Sud. John Brockman

# TAI PAKEIS VISKĄ

## IDĖJOS, FORMUOSIANČIOS ATEITĮ

Vertė *dr. Leonas Ramutis Tamošiūnas*

 eugrimas.lt | TOBULĖJIMUI

Vilnius

UDK 001.18
Ta37



Versta iš knygos:
This Will Change Everything: Ideas That Will Shape the Future
Edited by John Brockman

Iš anglų kalbos vertė
*dr. Leonas Ramutis Tamošiūnas*

Redagavo
*Ona Balkevičienė*

Korektūrą atliko
*Rita Urbonaitė*

Maketą kūrė
*Jurgita Petrulytė ir Dovilė  Kuliešienė*

Viršelį kūrė
*Jurgita Petrulytė ir Artūras Babušis*

Knygų serija „MOKSLAS VISIEMS“ yra leidžiama įgyvendinant Lietuvos mokslų akademijos kartu su partneriais vykdomą projektą „Nacionalinės mokslo populiarinimo priemonių sistemos sukūrimas ir įgyvendinimas“, kuris yra finansuojamas Europos socialinio fondo lėšomis.

ISBN 978-609-437-222-3

*Norėčiau padėkoti*
*Piteriui Habardui (Peter Hubbard) iš*
*HarperCollins leidyklos už skatinimą.*
*Taip pat esu dėkingas ir savo agentui*
*Maksui Brokmanui (Max Brockman),*
*suvokusiam šios knygos potencialą,*
*bei Sarai Lipinkot (Sara Lippincott)*
*už jos kruopštų redagavimą.*



# TURINYS

## TAI PAKEIS VISKĄ

TURINYS

## TAI PAKEIS VISKĄ

TURINYS

TAI PAKEIS VISKĄ

TURINYS

## TAI PAKEIS VISKĄ

# PRATARMĖ

## *EDGE* KLAUSIMAS

1991 m. pasiūliau „trečiosios kultūros“ idėją. Ji turėtų apimti tuos mokslininkus ir kitus empirinio pasaulio mąstytojus, kurie savo darbais ir aiškinamaisiais tekstais užimtų tradicinių intelektualų vietą: atskleistų gilesnes mūsų gyvenimo prasmes, iš naujo apibrėžtų, kas tokie mes esame. 1997 m. išsiplėtus internetui, tapo įmanoma tai trečiajai kultūrai susirasti buveinę jame, *Edge* tinklalapyje (*www.edge.org*).

*Edge* aukština trečiosios kultūros idėjas, parodo, kaip veikia ši nauja intelektualų bendruomenė. Tie intelektualai pateikia savo darbus ir savo idėjas bei komentuoja kitų trečiosios kultūros mąstytojų idėjas. Tai jie daro suprasdami, kad susilauks iššūkių. Viso to rezultatas yra aštri diskusija svarbiausiais skaitmeninio amžiaus klausimais kupinoje įtampos aplinkoje, kurioje „išradingas mąstymas“ nustelbia nejausmingą išmintį.

*Edge* idėjos yra spekuliatyvios, jos apibūdina priešakines evoliucinės biologijos, genetikos, kompiuterių mokslo, neurofiziologijos, psichologijos ir fizikos linijas. Štai kai kurie iš pateikiamų fundamentinių klausimų: iš kur atsirado visata? Iš kur atsirado gyvybė? Iš kur atsirado protas? Iš tos trečiosios kultūros atsiranda nauja gamtos filosofija, nauji fizinių sistemų supratimo būdai, nauji mąstymo būdai, verčiantys suabejoti daugeliu mūsų pagrindinių prielaidų apie tai, kas mes esame ir ką reiškia būti žmogumi.

Svarbiausia kasmetinė *Edge* tinklalapio iniciatyva yra vadinamasis Pasaulinio klausimo centras (*World Question Center*). Ją, kaip konceptualiojo meno projektą, 1971 m. pradėjo mano draugas ir bendradarbis velionis dailininkas Džeimsas Li Bajarsas (*James Lee Byars*). Jo planas buvo toks: surinkti šimtą iškiliausių protų iš viso pasaulio, užrakinti viename kambaryje, kad jie užduotų

vieni kitiems tuos klausimus, kuriuos užduoda patys sau. To rezultatas turėjo būti jų minčių apibendrinimas.

Tačiau kiekvieną idėją nuo jos įgyvendinimo skiria daug kliūčių. Dž. Li Bajarsas surado šimtą iškiliausių protų, paskambino kiekvienam iš jų ir pasiteiravo, kokius klausimus jie uždavinėja patys sau. Rezultatas buvo toks, kad septyniasdešimt iš jų padėjo ragelį.

Tačiau 1997 m. internetas ir elektroninis paštas jau leido visai rimtai pradėti įgyvendinti didįjį Dž. Li Bajarso projektą. Taip atsirado šie kasmetiniai *Edge* klausimai, kurie man ar mano korespondentams gali kilti tiesiog vidury nakties. *Edge* kasmet skelbia atsakymų į juos rinkinį.

Naujos priemonės reiškia ir naujus suvokimus. Remdamiesi mokslu, kuriame technologijas, o naudodamiesi savo naujomis priemonėmis, perkuriame ir save. Tačiau iki šių dienų jokia demokratinė visuomenė, joks įstatymų leidimo organas jokiu įsaku ar balsavimo būdu nėra nustatęs, kaip šis procesas turėtų vykti.

Tačiau juk niekas nebalsavo, kad reikėtų pradėti spausdinti knygas, naudotis elektra, radiju, telefonu, automobiliais, lėktuvais, televizija. Nebalsavo ir už peniciliną, antibiotikus, kontraceptines tabletes. Niekas niekada nebalsavo ir už keliones į kosmosą, paralelinę kompiuteriją, branduolinę energiją, asmeninį kompiuterį, internetą, elektroninį paštą, mobiliuosius telefonus, pasaulinį žiniatinklį, *Google*, klonavimą, žmogaus genomo nustatymą. Einame naujo gyvybės apibrėžimo ir net pačios gyvybės kūrimo link. Nors mokslo naujienos nebūtinai turi būti vienintelės naujienos, tačiau naujienomis jos vis tiek išliks. O ką galima pasakyti apie mūsų politikus ir mūsų vyriausybes? Tik tiek, kad jos visą laiką atsilieka bent keleriais metais ir geriausia, ką gali padaryti – tai intensyviau dirbti, stengdamosi likviduoti atsilikimą.

Nobelio premijos laureatas Džeimsas Votsonas (*James Watson*), vienas iš DNR dvigubos spiralės atradėjų, bei genomikos pionierius Kreigas Venteris (*J. Craig Venter*) iš *Cold Spring Harbor* laboratorijos neseniai gavo Dvigubos spiralės apdovanojimą kaip žmogaus genomo nustatymo darbų pradininkai. Jie yra pirmieji du žmonės, visiškai iššifravę savo genetinę informaciją. Priimdamas šį apdovanojimą, Dž. Votsonas savo kalboje pažymėjo: nenorėtų, kad vyriausybės kištųsi į žmonių sprendimus, kaip jie naudosis informacija apie asmeninius genomus.

K. Venteris jau yra prie pirmosios dirbtinės gyvybės formos sukūrimo Žemėje slenksčio. Jis jau paskelbė transplantavęs informaciją iš vieno genomo į kitą, kitaip sakant, šuo gali tapti kate. Asmeniniame pokalbyje jis užsiminė apie svarbią mokslo pažangą savo laboratorijoje, kurios rezultatai, kai (ir jei) juos pavyks pasiekti, pakeis viską.

O štai 2009 m. *Edge* klausimas:

## KAS PAKEIS VISKĄ?

„Kokių žaidimą keičiančių mokslo idėjų ir pasiekimų
tikitės sulaukti iki savo gyvenimo pabaigos?“

Džonas Brokmanas,
*Edge* leidėjas ir redaktorius

# ĮVADAS

## DANIEL C. DENNETT

DANIELIS DENETAS yra filosofas, universiteto profesorius, vienas iš Taftso universiteto Kognityvinių studijų centro direktorių ir knygos „Kerų atmetimas: religija kaip gamtos reiškinys“ (*Breaking the Spell: Religion as a Natural Phenomenon*) autorius.

Kas pakeis viską? Ir pats *Edge* klausimas, ir daug šioje knygoje pateiktų atsakymų į jį rodo vieną dalyką – viską pakeis gerai apgalvoti, moksliniai visko tyrimai. Kai įdėmiai pasižiūrime į įdėmų žiūrėjimą, kai daugiau investuojame į metodus, kad būtų galima į juos investuoti vis daugiau ir daugiau, tai šitaip kuriame nelinijiškumą, kuris, kaip tos keistos Daglo Hofštaterio (*Douglas Hofstadter*) kilpos, didina neapibrėžtumą ir leidžia reiškiniams, kurie anksčiau buvo tvarkingi ir santykinai prognozuojami, išvengti mūsų valdymo. Ieškome būdų, kaip įveikti sistemą, ir tai skatina ginklavimosi varžybas, siekiant valdyti sistemos įveikimą ar užkirsti tam kelią, bet tai veda prie naujo mokėjimo nugalėti lygio, ir taip toliau.

Šis sniego rutulys jau pradėjo riedėti žemyn, ir jį sustabdyti greičiausiai nebus įmanoma. Kuo tai baigsis – utopija ar antiutopija? Kurios iš naujovių pajėgs apriboti save, o kurios likviduos institucijas, ilgai laikytas pastoviomis? Manau, yra vertinga nedidelė kultūros reiškinių, kai jie atsiduria tose kultūros evoliucijos ginklavimosi varžybose, inercija. Išnykimas kartais gali būti labai greitas. Interneto padedamos, todėl beveik be trikdžių veikiančios rinkos jau sparčiai vykdo revoliucinius komercijos pertvarkymus.

Ar universitetai ir laikraščiai netaps atgyvenomis? Ar ligoninių ir bažnyčių nelaukia bakalėjos krautuvėlių ir nuomojamų arklių arklidžių likimas? Ar

natų skaitymas netrukus netaps tokiu pat slaptu talentu, kaip ir hieroglifų skaitymas? O gal ir pats skaitymas bei rašymas greitai virs atgyvena? Kam tada naudosime savo protinius gebėjimus? Yra manančių, kad iš esmės pakis ir mūsų intelekto sąvokos turinys. Tai įvyks dėl „neurokosmetikos" (M. Kinsburnas (*Marcel Kinsbourne*)), kvantinės kompiuterijos (V. H. Hofmanas (*W. H. Hoffman*)) ar „istorijų pasakojimo pačiu laiku" (R. Šankas (*Roger Shank*)). N. Hamfris (*Nick Humphrey*) primena: kai grįžtame prie pagrindinių mūsų gyvenimo dalykų – dauginimosi, valgymo ar tiesiog buvimo gyvais – tai nuo senovės Romos laikų mažai kas tepasikeitė, bet aš manau, kad galų gale tai nėra tvirtai nustatyta.

Mūsų biologinė rūšis, Kūrimo Erdvėje didindama greitį, juda pirmyn. Seksas kaip pramoga, valgymas kaip pramoga, pojūčių dirginimas (haliucinogenais, svaigiaisiais gėrimais) kaip pramoga populiarūs nuo senovės Romos laikų, tačiau dabar jau esame prie savęs keitimo kaip pramogos slenksčio, ir šis procesas toli pralenks visus senovės romėnų pramogavimo būdus. Kai, norint išlikti gyviems, mums nebereikės valgyti, norint turėti palikuonių, nebereikės gimdyti, kai, norint patirti daug nuotykių, nebereikės judėti iš vienos vietos į kitą, kai tas veiklas skatinančių instinktų likučius genetiniais pertvarkymais bus įmanoma tiesiog nuslopinti, tai žmonių prigimties konstantų gali apskritai nebelikti. Galbūt tik išskyrus mūsų nepaliaujamą smalsumą.

# EVOLIUCIJA KEIČIA VISKĄ

## SCOTT SAMPSON

SKOTAS SAMPSONAS yra Jutos universiteto geologijos ir geofizikos docentas, dokumentinio serialo „Dinozaurų planeta“ (*Dinosaur Planet*) vedėjas.

Evoliucija yra ta mokslinė idėja, kuri per kelis ateinančius dešimtmečius pakeis viską.

Suprantu, kad toks teiginys gali atrodyti mažai tikėtinas. Jei evoliucija paprastai laikomi tiesiog pokyčiai laikui bėgant, tada tas teiginys atrodys beveik beprasmis. O jei evoliuciją suvoksime siauriau, kaip ją suvokė Čarlzas Darvinas (*Charles Darwin*) (kad tai palikuonys su pokyčiais), tada bet kokios pretenzijos į svarbiausią evoliucijos vaidmenį atrodys abejotinos, ypač turint galvoje, kad 2009 m. pažymimos knygos „Rūšių kilmė“ (*On the Origin of Species*) 150-osios metinės. Be abejo tai, ką D. Denetas pavadino Č. Darvino „pavojinga idėja“, kad ir kaip žiūrėtume, paliko savo pėdsaką. Nepaisant to, aš akcentuoju galimus evoliucijos padarinius dviejose didelėse srityse – žmonių sąmonės ir mokslo bei technikos.

Šiandien paprastai visų priimtas evoliucijos suvokimas yra be galo siauras. Jis daugiausia apsiriboja tik biologijos sritimi ir nuo seno įsigalėjusiu mutavimo bei natūralios atrankos pabrėžimu. Pastaraisiais dešimtmečiais šis ribotas požiūris dar labiau įsigalėjo dėl molekulinės biologijos vyravimo ir jos „pažadų“, kad žmonės sukurs ląsteles ir gyvybės formas. Labai ryškiai buvo įvardijamas įvairovės kūrimas – procesas, vadinamas „kompleksifikacija“ (*complexification*), atskleidžiantis tą redukcionistinę pasaulėžiūrą, kuri keturis šimtmečius buvo mokslo variklis.

Tačiau mokslas jau pradėjo tirti ir kitą svarbų evoliucijos dėmenį – unifikaciją, kuri ne apsiriboja biologija, o apima visos fizinės medžiagos evoliuciją. Paaiškėjo, kad gausūs ir ryškūs sudėtingumo padidėjimo atvejai buvo daugiausia integracijos proceso pasekmė, kai mažesnės visumos tapdavo didesnių visumų dalimis. Vėl ir vėl matome, kaip iš paprastesnių formų palaipsniui išsivysto sudėtingi individai. Pavyzdžiui, atomai integruojasi į molekules, molekulės į ląsteles, ląstelės į organizmus. Kiekvienoje aukštesnėje stadijoje senesnės formos įtraukiamos į naujesnes formas, ir galutinis to rezultatas yra įdėtinė daugiapakopė hierarchija.

Iš pirmo žvilgsnio atrodo, kad tas unifikavimo procesas prieštarauja antrajam termodinamikos dėsniui, nes jis didina tvarką ir mažina entropiją. Tačiau per pastaruosius 14 mlrd. metų daug kartų susidarydavo energijos sankaupos nelyginant tvarkos salelės chaoso jūroje, įgydamos žvaigždžių, galaktikų, bakterijų, pilkųjų banginių ir (mažų mažiausiai vienoje planetoje) biosferos pavidalą. Nors jų atsiradimo procesas pasilieka savotiška mįsle, jau neabejodami galime tvirtinti, kad evoliucijos epas vyksta veikiant viena kitą kompensuojančioms kompleksifikacijos ir unifikacijos tendencijoms. Ši kelionė buvo ne neišvengiamas, determinuotas žygis, o donkichotiška, kūrybiška raida, kurios ateities nuspėti neįmanoma.

Kaip išsamesnis evoliucijos suvokimas paveiks mokslą ir technologiją? Ką tik atsiradusi, bet sparčiai auganti pramonės šaka, vadinama biomimikrija, jau naudojasi gamtos sukaupta išmintimi, imituodama tvarius ir labai efektyvius modelius bei procesus, kuriuos per 4 mlrd. metų sukūrė evoliucija.

Nedrėkstantys lotosai sufleruoja idėjų, kaip gaminti netoksiškus audinius. Termitynai duoda minčių, kaip statyti pasyviai vėsinamus pastatus. Vorų šilkas gali sufleruoti idėjų, kaip gaminti naują, stiprią, lanksčią, bet kartu standžią medžiagą, kuri galėtų būti naudojama daugybėje sričių. Na ir pagaliau augalų fotosintezė gali atskleisti paslaptis, kaip apsirūpinti neribotais energijos kiekiais su kuo mažiau atliekų.

Dabartinė biomimikrijos mada yra tik pradžia. Kuo toliau, tuo labiau stiprėja mano įsitikinimas, kad toliau vykstantys tokių reiškinių, kaip sudėtingos adaptacinės sistemos, tyrimas lems evoliucijos ir energetikos sintezę. Ją galima pavadinti jungtine evoliucijos teorija (*Unified Theory of Evolution*), kuri sukels naujų tyrimų ir planų protrūkį. Mokslas atsisakys savo vienpusiško,

nukreipto žemyn redukcionistinio požiūrio, pakels akis į viršų ir ims tirti „tai, kas jungia“. Sudėtingų adaptyvių sistemų perpratimas leis sukurti pertvarkančias technologijas, kurias dar tik pradedame įsivaizduoti. Tik pagalvokite apie potencines naujų gebančių prisitaikyti (vystytis ir persitvarkyti) kartų „išmaniųjų“ technologijų galimybes reaguoti į kintančias sąlygas.

O kaip dėl žmogaus sąmonės? Redukcionizmas leido pasiekti stulbinančią mokslo ir technologijų pažangą, tačiau vyraujanti jo metafora, gyvenimo palyginimas su mašina, paliko gilią prarają tarp žmonių ir nežmonių pasaulių. Kai „gamtos“ (nežmonių pasaulio) vaidmuo buvo redukuotas tik iki išteklių šaltinio, tai nepaliaujamai besiplečianti žmonijos veikla pradėjo viršyti biosferos pajėgumą ją absorbuoti. Mes atvedėme save ir visą biosferą prie pražūtingos ekologinės krizės slenksčio, nesuvokdami, kaip prasmingai eiti tausojimo link.

Šiuo metu Vakarų kultūra stokoja visų priimtos kosmologijos – istorijos, suteikiančios gyvenimui prasmę. Vienas iš didžiausių indėlių į mokslą yra evoliucijos epas. Bendromis astronomų, biologų ir antropologų (bei daugelio kitų) pastangomis turime realistinį mūsų 14 mlrd. metų istorijos raidos laiko supratimą. Č. Darvino gyvybės medžio šaknys siekia Didžiojo sprogimo laikus, o jo naujausi žaliuojantys ūgliai stiebiasi į nenuspėjamą ateitį. Ši saga toli gražu neveda prie požiūrio, kad visata yra beprasmė ir duoda mums pagrindo laikyti save visai įsijungusiais į gamtos audinį. Šiuo metu ši istorija demonstruojama tik minimaliu mastu, ji tikrai dar nėra (nors ir turėtų būti) įtraukta į svarbiausias švietimo programas.

Kodėl esu tikras, kad tie pertvarkymai artimiausioje ateityje vyks? Daugiausia dėl to, kad būtinybė yra išradingumo motina. Esame pirmoji žmonių karta, kuriai tenka susidurti su perspektyva, kad žmonija gali turėti labai sutrumpintą ateitį. Be naujų technologijų, reikia ir jas papildančio naujo suvokimo, naujos pasaulėžiūros ir naujų metaforų, kurios įtvirtintų darnesnius žmonių ir nežmonių pasaulių santykius. Žinoma, „visko keitimo“ koncepcija nereiškia tiesmukiškų vertinimų, ir evoliucijos indėlį galiu įsivaizduoti ir kaip teigiamą, ir kaip neigiamą – priklauso nuo to, ar žmonių sąmoningumas neatsiliks nuo radikalios naujų (ir potencialiai vis labiau eksploatuojančių) technologijų plėtros. Apibendrinant galima sakyti, kad ateityje mūsų tyrimų ir plėtros veikla turės būti nukreipta į žmonių sąmoningumą nė kiek ne mažiau, kaip ir į mokslą bei technologijas.

# DNR: GYVYBĖS PROGRAMINĖS ĮRANGOS KŪRIMAS

## J. CRAIG VENTER

KREIGAS VENTERIS yra genetikas, Kreigo Venterio instituto įkūrėjas ir prezidentas bei knygos „Gyvybės iššifravimas: mano genomas, mano gyvybė“ (*A Life Decoded: My Genome, My Life*) autorius.

Moksle, kaip ir daugumoje kitų sričių, iš pažiūros paprastos idėjos gali viską pakeisti, ir tai vyko ne kartą. Vos prieš 150 metų išėjo Č. Darvino knyga „Rūšių kilmė“. Ji iš karto paveikė mokslą ir visuomenę joje pateiktu evoliucijos kaip natūraliosios atrankos aprašymu. Tačiau teko laukti iki XX a. penktojo dešimtmečio, kol buvo nustatyta, kad informacijos apie paveldimumą nešiklis yra DNR. 1953 m. anglas ir amerikietis, Fransis Krikas (*Francis Crick*) ir Dž. Votsonas, nustatė, kad DNR molekulė turi spiralinių kopėčių arba dvigubos spiralės pavidalą, kurios skersinius sudaro purino-pirimidino bazės. Tačiau tada dar niekas nežinojo, koks gi iš tikrųjų yra tas gyvybės kodas.

Septintajame dešimtmetyje buvo atskleistos kai kurios pirmosios mūsų genetinio kodo paslaptys, kai buvo nustatyta, jog chemines bazes reikia skaityti grupėmis po tris. Tie „nukleotidų tripletai“ yra proteinus sudarančių aminorūgščių kodai.

Aštuntojo dešimtmečio pabaigoje nauju būdu, kurį sukūrė Fredas Sangeris (*Fred Sanger*) iš Kembridžo universiteto, buvo nustatytas vieno bakteriofago, mažo viruso, žudančio *E. coli* bakterijas, visas genetinis kodas (susidedantis iš 5000 nukleotidų). Tam būdui, pavadintam Sangerio sekos nustatymo būdu, buvo lemta vyrauti genetikoje ateinančius 25 metus.

1995 m. mano komanda Genomo tyrimų institute (dabar tai Kreigo Venterio institutas) nustatė visą bakterijos genetinę informaciją turinčios chromosomos genetinį kodą. Mūsų iššifruotą bakterijos genomą sudarė daugiau kaip 1,8 mln. nukleotidų, jame buvo užkoduoti visi baltymai, susiję su tos bakterijos gyvybe. Mūsų naujais metodais buvo gauta labai daug naujų duomenų apie daugelį dabar gyvenančių biologinių rūšių, įskaitant ir žmones, kurių genomai buvo iššifruoti.

Kaip kad Č. Darvinas tada stebėjo evoliuciją, remdamasis tais pokyčiais, kuriuos jis aptiko įvairiose kikilių, sausumos ir jūrinių iguanų bei vėžlių rūšyse, taip dabar genomų tyrinėtojai nagrinėja genetinio kodo pokyčius, susijusius su žmonių bruožais ir ligomis, bei atskirų žmonių skirtumus. Tam jie nustato daugelio žmonių genetinius kodus ir lygina juos vienus su kitais. Šis būdas sparčiai kinta, ir greitai taps įprastu dalyku kiekvienam žinoti savo genetinį kodą. Tai pakeis medicinos praktiką: užuot gydžiusi ligas po to, kai žmogus suserga, ji stengsis užbėgti ligai už akių. Aiškus genetinio kodo mutacijų ir pokyčių suvokimas padės mums suprasti savo pačių evoliuciją.

Mokslas ir vėl sukrečiamai keičiasi, kai imame naudoti visas savo naujas priemones gyvybei perprasti, o gal net ir jai perkurti. Genetinis kodas yra daugiau kaip 3,5 mlrd. metų trukusios evoliucijos rezultatas, būdingas visoms mūsų planetos gyvybės formoms. Mes tą genetinį kodą skaitome jau kelis dešimtmečius ir pradedame suvokti, kaip jis programuoja gyvybę.

Daugelyje eksperimentų, siekdami geriau suprasti tą kodą, mes su kolegomis sukūrėme naujus būdus chemiškai susintetinti DNR laboratorijoje. Pirmiausia susintetinome genetinį kodą to paties viruso, kurį F. Sangeris nustatė 1977 m. Šią didelę susintetintą molekulę įvedus į bakteriją, jos ląstelės ne tik sugebėjo perskaityti tą susintetintą genetinį kodą, bet ir pagaminti jame užkoduotus baltymus. Tie baltymai susirinko patys ir suformavo viruso dalelę, gebančią užkrėsti kitas bakterijas. Per pastaruosius keletą metų mums pavyko cheminiu būdu pagaminti visą bakterijos chromosomą, kuri, turėdama dau-

giau kaip 582 000 nukleotidų, yra kol kas didžiausia cheminiu būdu pagaminta molekulė.

Mes jau aiškiai įrodėme, kad DNR yra informacijos apie gyvybę kodavimo priemonė. Pavyko vieną rūšį paversti kita tiesiog pakeičiant ląstelės DNR. Įvedus į ląstelę naują chromosomą ir pašalinus iš jos senąją, dingo visi ankstesnės rūšies rodikliai, juos pakeitė naujos užkoduotos chromosomos. Artimiausioje ateityje tą eksperimentą galėsime pakartoti su sintetine chromosoma.

Paėmę skaitmenizuotą genetinę informaciją ir keturis buteliukus su chemikalais, galime pradėti rašyti naują gyvybės programą, skatinančią organizmus daryti tai, ko mums labiausiai reikia, pavyzdžiui, gaminti atsinaujinantį biokurą ar regeneruoti anglies dioksidą. Iš 3,5 mlrd. metų trukusios evoliucijos istorijos matome, kad jau sugebame tai, kam gamtai reikėjo milijardų metų, padaryti per kelis dešimtmečius ir pakeisti ne tik savo požiūrį į gyvybę, bet ir pačią gyvybę.

# TO, KAS ESAME, PASIKEITIMAS

## PZ MYERS

POLIS ZACHARIS (PZ) MAJERSAS yra Minesotos universiteto biologijos docentas ir mokslo tinklaraščio *Pharyngula* autorius.

Klausimui „Kas pakeis viską?“ parinktas ne tas gramatinis laikas. Jį reikėtų formuluoti taip: „Kas viską keičia jau dabar?“

Mes kaip tik įpusėjome permąstyti, ką reiškia būti žmogumi. Stengiamės iš naujo apibrėžti, kas yra žmonija, ir tai iš esmės paveiks mūsų ateitį. To apibrėžimo peržiūrėjimas prasidėjo garsiuoju Č. Darvino XIX a. veikalu, kuris pakeitė žaidimą, atskleisdamas tiesą apie žmonijos istoriją: esame ne dievų palikuonys, o kirminų vaikai, ne Dievo planų, o žiaurių atsitiktinumų ir daug amžių trukusio brutalaus atsijojimo padariniai. Tam reikėjo keisti požiūrį į save, ir tas kitimas tebevyksta mūsų kultūroje. Kreacionizmas yra vienas iš pavyzdžių, kaip reaguojama į *Homo sapiens* nuvainikavimą. Tačiau evoliucijos perspektyvos priėmimas leidžia suvokti kitų biologinių rūšių vertę ir įvertinti savo vietą sistemoje kaip visumoje; tai teigiamas poslinkis, žingsnis pirmyn.

Vyksta ne mažiau kaip dar du perversmai. Pirmas iš jų vyksta vystymosi biologijoje. Mokomės perprogramuoti žmonių kūnų audinius; tai atvers naujas galimybes jų taisymui ir atnaujinimui. Įgyjame priemonių, kurios leis žmonių formas padaryti plastiškesnes. Tada galėsime neapsiriboti vien tik pažeistų kūnų atkūrimu, bet ir ateityje formuoti save iš naujo, papildant savo

biologiją naujais bruožais bei savybėmis. Turėtų ateiti ir tokia diena, kai visai išsivaduosime iš griežtai nustatytos dvikojo primato formos. Net dabar, kai mūsų gabumai tokie riboti, jau turime pergalvoti, ką gi reiškia būti žmogumi. Ar blastocista telpa į žmogaus apibrėžimą? Ką galima pasakyti apie penkių savaičių embrioną ar trijų mėnesių gemalą?

Antras didelis perversmas ateina iš neuromokslo. Akivaizdu, kad protas yra smegenų produktas, ir senosios sielų ir dvasių sąvokos darosi vis juokingesnės. Tačiau jos yra beveik visuotinės ir susipynusios su žmonių mintimis apie pomirtinį gyvenimą ir galutinį atpildą ar nubaudimą, bei su savojo *aš* suvokimu. Jei daugelis priešinasi mūsų istorijos išskirtinumo idėjai, jei jiems nepriimtina mintis, kad žmogaus identitetas atsiranda palaipsniui jam vystantis, tai jiems mintis, kad sielos nėra, o protas yra šalutinis nervų veiklos produktas, kels siaubą.

Taigi mūsų laukia toks iššūkis: reikia susikurti naują požiūrį į save ir mūsų vietą visatoje, kurioje nebūtų melagysčių ir banalių mitų. Tai bus pats didžiausias mūsų pokytis – to, kas mes esame, pasikeitimas.

# ROBOTŲ ERA

## SHERRY TURKLE

ŠERĖ TERKL yra psichologė, Masačusetso technologijos instituto profesorė ir knygos „Mintis žadinantys objektai: daiktai, kuriais galvojame" (*Evocative Objects: Things We Think With*) autorė.

Apžvelgsiu tų robotų, su kuriais žmonės norėtų praleisti savo laiką, raidą. Ne trumpai pabendrauti, kai robotai atlieka tik pramogos vaidmenį, o pakankamai ilgai ir pakankamai interaktyviai, kad juos būtų galima laikyti draugais, partneriais, labiau gyvais nei negyvais. Tą aš vadinu robotų era.

Techninės bendravimo priemonės masinėje rinkoje pasirodė 1997 m. Pirmoji iš jų buvo Tamagočis (*Tamagotchi*) – padarėlis mažame videoekrane, kuris ne pats rūpinasi jumis, o nori, kad jūs rūpintumėtės juo. Jį reikia maitinti, reikia linksminti, o kai jis virtualiai pridirba ekrane, tai reikia ir išvalyti. Tamagočis parodė, kad, bendraujant skaitmeniniu būdu, puoselėjimas yra labai svarbus dalykas. Mes prižiūrime, puoselėjame tuos, kuriuos mylime, o ką puoselėjame, tą ir mylime. Dirbtinio intelekto kūrimo pradžioje daugiausia dėmesio buvo skiriama tokių artefaktų, kurie stebino savo žiniomis ir supratimu, kūrimui.

Kai dirbtinis intelektas tampa bendravimo partneriu, žaidimas pasikeičia. „Bendraujantys" artefaktai, pasirodę po Tamagočio, sužadindavo ryšio su jais jausmus, nes jie apeliuodavo į Č. Darvino evoliucijos išugdytas žmonių savybes: prašydavo mūsų juos mokyti, žvelgė mums į akis, sekdavo mūsų judesius, įsimindavo mūsų vardus. Žmonėms visa tai yra jų jautrumo požymiai, kurie mums rodo, tikrai ar tariamai, jog „namie kažkas yra".

Bendraujančios, draugingos technologijos pirmiausia atsirado žaislų pavidalu, tačiau ateityje jos reikšis ir kaip galimos auklės, mokytojai, terapeutai, mokantys gyventi treneriai ar senų žmonių slaugės. Iš pradžių bus manoma, kad jos tiesiog yra „geriau negu nieko“. (Juk geriau turėti robotą dietų žinovą, negu pačiam skaityti dietas aprašančias knygas. Jei jūsų motina yra slaugos namuose, tai geriau bus leisti jai bendrauti su robotu, žinančiu jos įpročius ir interesus, negu palikti spoksoti į televizoriaus ekraną.) Tačiau laikui bėgant robotai taps „geriau nei bet kas“. Vadinasi, jie bus geresni už kokį nors atsitiktinį žmogų arba, kai kuriais atvejais, ir už gyvą naminį gyvūnėlį. Jų statusas didės, nes jie turės tokių savybių (atminties, dėmesingumo, kantrybės), kurių žmonės gali ir stokoti.

Net ir šiuo metu, kai tik žmonės sužino, kad aš dirbu su robotais, ima pasakoti apie savo nusivylimą žmonėmis. Girdžiu pasakojimus apie neištikimus vyrus, orgazmą vaidinančias žmonas, įnikusius į narkotikus vaikus. Jiems kelia neviltį žmonių slapukavimas. Jie sako: „Niekada negali žinoti, ką kitas žmogus iš tikrųjų jaučia, nes žmonės įpratę vaizduoti, kad viskas gerai. Bendraudamas su robotais, jautiesi saugiau.“ Kaip ir vis išmanesnių mechanizmų kūrimas, taip ir didėjantis mūsų prisirišimas prie technikos rodo, kad mus kamuoja meilės be atsako jausmai.

Vienos didelės psichologų konferencijos kuluaruose studentė diplomantė pasivedė mane į šalį ir paprašė papildomos informacijos apie santykinių mechanizmų tyrimų būklę. Ji prisipažino, kad savo draugužį norėtų iškeisti į „sudėtingą japonišką robotą“, jei tik tas robotas sugebės demonstruoti jos atžvilgiu tai, ką ji pavadino užjaučiančiu, globėjišku elgesiu. Ji sakė, kad namie jai reikia paslaugumo, kad ji nenori būti viena. Pasak jos, jei robotas galėtų užtikrinti tokią aplinką, tai ji jaustųsi laiminga, galėdama susikurti iliuziją, kad kartu su ja iš tikrųjų kažkas yra. Ji ieškanti „nekeliančių pavojaus santykių“, kurie atitolintų vienatvę. Užjaučiantis robotas, net jei jis būtų tik taip suprogramuotas, jai atrodo priimtinesnis už reiklų draugužį. Paklausiau, ar ji nejuokauja. Atsakė, kad ne.

*Scientific American* žurnalo reporteris panoro pasikalbėti su manimi apie robotų meilę, kurią aprašė kompiuterių specialistas Deividas Levis (*David Levy*). Knygoje „Meilė ir seksas su robotais“ (*Love + Sex with Robots*) jis įrodinėja, kad robotai išmokys mus būti geresniais draugais ir meilužiais, nes su

jais galėsime praktikuotis emociškai ir fiziškai. Be to, jie galės pakeisti žmones ten, kur žmonės apvils. Be kitko, D. Levis aprašinėja ir vedybų su robotais privalumus. Jis tvirtina: nors robotai „kitokie“, bet daugeliu atžvilgiu už žmones geresni. Gyvenant su jais, galima išvengti apgaudinėjimo, neištikimybės, sielvarto ir širdgėlos.

Pasakiau tam reporteriui, kad tokie D. Levio siūlymai man nekelia džiaugsmo. Mano nuomone, jau vien tai, kad aptarinėjame vedybų su robotais galimybę, parodo žmonių nusivylimą. Tada reporteris paklausė, ar mano priešinimasis vedybų su robotais idėjai nereiškia, kad mane galima priskirti prie tų, kurie taip ilgai priešinosi lesbiečių ir gėjų santuokoms.

Bandžiau paaiškinti: tai, kad nepritariu žmonių vedyboms su mašinomis, jokiu būdu nereiškia, jog nepritariu ir bet kokioms kitoms suaugusiųjų sąjungoms su kitais suaugusiaisiais. Jis apkaltino mane biologinės rūšies šovinizmu ir savo prieštaravimą išreiškė kitokiu pavidalu: ar ne taip homofobai kažkada kalbėjo ir apie gėjus ir lesbietes, nelaikė jų „tikrais žmonėmis“? Mašinos esančios pakankamai „realios“, kad santykiams galėtų teikti ypatingų malonumų, kuriuos reikia gerbti jau vien todėl, kad jų yra.

Teiginiai minėtoje knygoje yra egzotiški, bet robotų erai esame rengiami kiekvieną dieną. Štai paimkime kad ir 7 metų Joaną, gavusią dovanų robotą šunytį. Tikro šuns ji turėti negali, nes yra alergiška šunims, bet roboto privalumai neapsiriboja vien tik galimybe išvengti alergijos. Joanai robotas šunytis, vardu Aibas, yra ne tik geriau negu nieko, bet ir geriau negu bet kas. Juk tokį šunytį galima pagaminti pagal užsakymą. Joana sako: „Būtų labai šaunu, kad Aibas visą laiką išliktų jaunas šunytis; juk yra žmonių, labiausiai mėgstančių jaunus šuniukus.“

Joanos žavėjimąsi visada jaunu Aibu nuo D. Levio ir jo roboto meilužio skiria labai didelis atstumas. Bet juos abu jungia viena mintis: jei pradėsime robotais keisti žmones, kai jų nepavyksta susirasti, tai greitai prieisime prie lengvai formuojamų pagal savo skonį dirbtinių kompanionų pasirinkimo. Jei naminis gyvūnėlis bus robotas, tai bus galima padaryti taip, kad jis visą laiką išliktų jaunas, jei tik mums taip patinka. O jei jis bus meilužis, tai jam visą laiką galėsite išlikti pasaulio bamba, jei tik jums patinka toks vaidmuo.

Tačiau kas gi atsitiks, jei gausime tai, ką sakome norį gauti? Kas bus, jei robotas šuniukas visada išliks lipšnus ir mielas, jei meilužis visą laiką kartos

meilius žodžius? Jei pažinsite tik tai, kas miela ir malonu, tai niekada taip ir nesužinosite apie brendimą, augimą, kitimą, atsakomybę. Jei turėsite tik paslaugų ir prie jūsų prisitaikantį partnerį, tai nepažinsite nei to partnerio, nei savęs.

Robotų momentas iškels klausimą, kurį turime užduoti kiekvienai technikos priemonei: ar ji gali tarnauti žmonių tikslams? Tas klausimas verčia iš naujo pergalvoti, o kokie gi tie tikslai yra. Kai susisieksime su ateities robotais, jiems sakysime, o jie įsimins. Bet ar jie mus išklausė? Ar buvome jų „išgirsti“ tokiu būdu, kuris mums yra svarbus? O gal mums tai nebebus svarbu?

# SMEGENŲ IR MAŠINOS SĄSAJA

## JAMES GEARY

DŽEIMSAS GERIS yra buvęs *Time* žurnalo redaktorius Europoje ir knygos „Gerio vadovas žymiausiems pasaulio aforizmų autoriams pažinti“ (*Geary's Guide to the World's Great Aphorists*) autorius.

Gal K. Venteris jau yra prie pirmosios dirbtinės gyvybės formos sukūrimo slenksčio, bet viena žaidimą keičianti idėja, kurios dar tikiuosi sulaukti, bus tas momentas, kai robotinis įtaisas pasieks gyvos būtybės statusą. Tikėtis, kad to sulauksiu, mane skatina ne kokie nors stulbinantys technikos proveržiai, o kasmetinio robotų futbolo turnyro *RoboCup* taurei iškovoti, kurį organizuoja Džordžijos technologijos institutas Atlantoje, vaizdajuostės. Robotų tyrinėtojai, organizuojantys šį turnyrą, yra kupini ryžto suburti tokią robotų komandą, kuri sugebėtų laimėti prieš gyvų žaidėjų komandą – pasaulio čempionę. Bet kol kas robotai varžosi tik tarpusavyje.

Žmogui kojos pakėlimas ir futbolo kamuolio spyrimas yra nepaprastai sudėtingas įvykis, apimantis milijonus neuronų vykdomų skaičiavimų, kuriuos koordinuoja keli skirtingi smegenų regionai. O robotams tai padaryti (ir padaryti taip gracingai, kaip daro *RoboCup* humanoidų lygos nariai) yra didelis techninis pasiekimas. Meilesni, nors ir mažiau ištobulinti Keturkojų lygos (*Four Legged League*) žaidėjai irgi yra tikras stebuklas, vertas mūsų dėmesio. Be to, tie robotai nėra suprogramuoti žaisti futbolą, jie to mokosi žaisdami, visai taip pat, kaip ir žmonės.

Tie robotai yra tikras techninio išradingumo stebuklas. Jie taip pat yra „gyvas“ įrodymas, kaip lengvai ir netgi su nekantravimu galime antropomorfizuoti robotus, ir kodėl aš manau, jog nebus didelio nerimo bei susierzinimo, kai tie maži metaliniai padarėliai pradės skverbtis į mūsų namus, įstaigas ir kasdienį gyvenimą.

Tikiuosi sulaukti ir tos dienos, kai, panašūs į šiuos, robotai turės ir biologinių komponentų (taigi techninė įranga bus papildyta biologine įranga), o žmonių viduje bus technikos komponentų (tai yra mūsų biologinė įranga bus papildyta technine įranga).

Pitsburgo universiteto mokslininkai išmokė dvi beždžiones paimti zefyrus roboto ranka, valdoma jų mintimis. Darant sąmoningus fizinius judesius (maisto siekimas), nervų ląstelės smegenyse suaktyvėja gerokai prieš to judesio atlikimo momentą. Susidaro įspūdis, tarsi smegenys darytų apšilimą, ruoštųsi būsimam veiksmui, liepdamos tam tikriems neuronams suaktyvėti, lygiai taip, kaip vairuotojas įšildo automobilį, spausdamas akceleratorių.

Pitsburgo universiteto mokslininkų grupė implantavo elektrodus į šią beždžionių smegenų sritį ir sujungė juos su kompiuteriu, valdančiu robotų galūnes. Kai beždžionės pagalvodavo apie zefyro paėmimą, mechaninė ranka paklusdavo smegenų nurodymui. Tiesą sakant, to eksperimento metu beždžionės turėjo po tris rankas.

Žmonėms šis smegenų ir mašinos sąsajos (SMS) tipas gali atverti naujas erdves pramogavimui bei tyrimams, jis gali padėti paralyžiuotiems žmonėms valdyti protezuotas kūno dalis. Migelis Nikolelis (*Miguel Nicolelis*), Djuko universiteto neuromokslininkas ir vienas iš SMS pradininkų, sako: „Po 100 metų mūsų kūnas bus jau visai kitoks. Po 100 metų gulėsite Brazilijos rytinės pakrantės paplūdimyje, valdydamas Marso paviršiuje judantį robotinį įtaisą, ir tuos du dalykus galėsite daryti vienu metu, tarsi būdamas ir vienoje, ir kitoje vietoje. Smegenys dėl grįžtamojo ryšio su už milijardų mylių esančiu robotu suvoks ten esančią situaciją taip, tarsi ten būtumėte pats.“

Robotuose SMS gali tapti savotiška proto atmaina. Jei gamintojai tokius robotus gamins su didelėmis jauno šuniuko akimis (ar netgi su mylimo žmogaus ar dievinamos kino žvaigždės veidu), tai manau, kad juos pamėgsime labai greitai. Kai tos mašinos turės užtektinai proto ir „intelekto“, tai neabejoju,

kad jos bus laikomos gyvais daiktais. Nors ne kaip žmonės, bet bent kaip aukšto techninio lygio naminiai gyvūnėliai. O tokios mašinos išjungimas moraliniu požiūriu bus tolygus šuns nušovimui.

# BIOLOGINĖS RŪŠIES KAIP KLIŪTIES ĮVEIKIMAS

## RICHARD DAWKINS

RIČARDAS DOKINSAS yra Oksfordo universiteto profesorius emeritas ir knygos „Dievo iliuzija“ (*The God Delusion*) autorius.

Mūsų etika ir mūsų politika iš esmės be didesnių abejonių ar rimtesnės diskusijos daro prielaidą, kad riba tarp to, kas žmogiška ir kas „gyvuliška“, yra absoliuti. Paimkime tik vieną pavyzdį: „*Pro-life*“ (abortų priešininkai) yra galingas politinis judėjimas, kuris siejasi su etinėmis problemomis – priešinimusi abortams ir eutanazijai. Tačiau iš tikrųjų jo šalininkai gina tik *žmogaus* gyvybę.

Abortus darančių klinikų sprogdintojai nėra pagarsėję kaip vegetarai, o katalikai per daug neprieštarauja, kad jų laikomi kančių kamuojami naminiai gyvūnėliai būtų „užmigdyti“. Daugelis visai susipainiojusių žmonių mano, kad vienaląstė žmogaus zigota, dar neturinti nervų ir negalinti jausti skausmo, yra šventa ir neliečiama vien dėl to, kad ji „žmogaus“. Jokios kitos ląstelės tokiu aukštu statusu pasigirti negali.

Tačiau toks „esencializmas“ yra giliai neevoliucinis. Jei būtų dangus, kuriame galėtų linksmai laigyti visi kada nors gyvenę gyvūnai, tai matytume kryžminimosi kontinuumą, apimantį visas gyvūnų rūšis. Pavyzdžiui, aš galėčiau kryžmintis su patele, kuri galėtų kryžmintis su patinu, kuris galėtų... ir užpildyti kai kurias spragas, kurių šiuo atveju neturėtų būti labai daug... Jis

galėtų kryžmintis ir su kokia nors šimpanze. Galėtume konstruoti ilgesnes, bet vis tiek nenutrūkstančias kryžminimosi grandines, sujungiančias žmones su Afrikos tapyrais, su kengūromis, su šamais. Tai nėra vien tik tušti spėliojimai, jie neišvengiamai kyla iš evoliucijos fakto.

Teoriškai visa tai suprantame. Tačiau viską pakeistų praktinis to parodymas, toks, kaip vienas iš pateiktų žemiau.

1. Būtų surasti išnykę hominidai *Homo erectus* ar *Australopithecus*. Nepaisant Ječio (*Yeti*) entuziastų buvimo, nemanau, kad tai galėtų įvykti. Mūsų pasaulis jau per gerai ištirtas, kad būtume pražiūrėję kokį nors didelį savanoje gyvenantį primatą. Net *Homo floresiensis* išnyko jau prieš 17 000 metų. Tačiau jei vis dėlto taip įvyktų, tai pakeistų viską.
2. Sėkmingai būtų sukryžminti žmogus ir šimpanzė. Net jei tas hibridas būtų nevaisingas, toks kaip mulas, visuomenę paveikusios šio sukrėtimo bangos išeitų jai į naudą. Štai kodėl vienas įžymus biologas tokią galimybę pavadino amoraliausiu moksliniu eksperimentu, kokį tik jis pajėgia įsivaizduoti, ir kuris pakeistų viską! To negalima laikyti neįmanomu dalyku, tačiau jis vis dėlto nustebintų.
3. Atsirastų eksperimentinė chimera, sukurta embriologijos laboratorijoje, sudaryta iš maždaug vienodo žmogaus ir šimpanzės ląstelių skaičiaus. Žinoma, laboratorijose jau ir dabar kuriamos chimeros, susidedančios iš žmonių ir pelių ląstelių, tik jos ilgiau neišgyvena. Beje, dar vienas mūsų etikos netolerancijos kitų gyvūnų atžvilgiu pavyzdys yra dabar keliamas triukšmas dėl pelių embrionų, turinčių šiek tiek žmogaus ląstelių: „Kiek žmogiška turėtų būti chimera, kad turėtų pradėti veikti griežtesnės tyrimų taisyklės?“ Kol kas šis klausimas yra tik teologinis, nes tos chimeros dar niekur nebuvo pagimdytos (iki to dar toli) ir nėra sukurta nieko, panašaus į žmogaus smegenis. Tačiau jei pradėsime leistis žemyn tuo etikos specialistų taip pamėgtu slidžiu šlaitu, tai pagalvokime, o kas gi bus, jei pavyks sukurti chimerą, susidedančią iš 50 proc. žmogaus ir 50 proc. šimpanzės ląstelių ir užauginti suaugusį jos egzempliorių? Tai pakeistų viską. Gal taip ir įvyks.
4. Žmogaus ir beždžionės genomai jau nustatyti iki galo. Popieriuje galima gretinti tarpinius šių genomų variantus su įvairiomis abiejų geno-

mų proporcijomis. Norint pereiti nuo popieriaus prie kūno ir kraujo, reikės naujų embriologijos metodų; kai kurie iš mano skaitytojų greičiausiai spės jų sulaukti. Manau, tą pavyks padaryti ir apytikriai atkurti bendrą mūsų ir šimpanzių protėvį. Tarpinis šio atkurto „protėvio“ ir šiuolaikinių žmonių genomas, implantuotas į embrioną, turėtų užauginti kažką panašaus į atgimusį australopiteką: tai būtų Antroji Liusi (*Lucy*). Ir tai pakeistų (ar nebus per drąsu sakyti „pakeis“?) viską.

Pateikiau keturias galimybes, kurios, jei būtų įgyvendintos, pakeistų viską. Bet nesakiau, jog viliuosi, kad bet kuri iš jų bus realizuota. Apie tai dar reikėtų pagalvoti atskirai. Bet vis dėlto prisipažinsiu: mane apima džiugus *virpulys* kas kartą, kai esame priversti kelti tokius klausimus, kurie lig šiol dar nebuvo keliami.

# NEPATIKIMI LŪKESČIAI

## COREY S. POWELL

KORIS POVELIS yra *Discover* žurnalo vyriausiasis redaktorius.

Šiame *Edge* klausime yra labai keblus, slidus ir neapibrėžtas žodis „tikitės“. Nieko nesitikiu visu 100 proc., bet yra puikių dalykų, kurių sulaukimo tikimybę vertinu 10 ar 5 proc. (bet tikrai labai susijaudinčiau, jei tie 5 proc. nenuviltų). Po tokios įžangos norėčiau išdėstyti savąsias žaidimą keičiančias prognozes jų tikimybės laipsnio mažėjimo tvarka. Taigi pradėsiu nuo beveik neabejotinų dalykų ir baigsiu jaudinančiais, bet priskirtinais tik „na, ko tik nebūna“ kategorijai dalykais.

*Naftos amžiaus pabaiga*. Dėl technikos pažangos skystasis kuras (ne tik benzinas, bet ir jo alternatyvos – biodyzelinas, etanolis ir t. t.) taps atgyvena. Iškastinio kuro pasiūla per daug nepastovi ir ribota, pats kuras per daug brangiai kainuoja mūsų aplinkai, o biokuras visada užpildys tik tam tikro dydžio nišą. Žvelgiant plačiau, reikia pripažinti, kad skystojo kuro transportavimas per daug griozdiškas ir nepatogus. Ateityje asmeniniams gabenimams reikalinga energija gali būti tiekiama laidais ar spinduliais. Galbūt jos tiekti apskritai nereikės: filme „Atgal į ateitį“ (*Back to the Future*) vaizduojamas „Mr. Fusion“ įrenginys energijai gaminti iš buitinių atliekų nėra toks nerealus (žr. žemiau). Tačiau kad ir kas pakeistų dabartinį skystąjį kurą, kitai žmonių kartai jo pylimas į automobilį atrodys toks keistas, kaip kad mums dabar atrodo keista išlipti iš automobilio, norint jį užvesti rankena. *Tikimybė – 95 proc*.

*Tamsiosios medžiagos radimas*. Mano akimis žiūrint, Higso bozono medžiojimas yra tikra nuobodybė. Jo atradimas tik patvirtintų teoriją (įprastą

elementariųjų dalelių fizikos modelį), kuriuo dauguma fizikų jau ir taip nebeabejoja. Daug svarbiau tamsiosios medžiagos daleles identifikuoti. Tai galima padaryti didžiuoju hadronų kolaideriu arba kuriuo nors iš jų tiesioginių detektorių, pavyzdžiui, *XENON100*. Taip atsiskleistų, kas sudaro likusias ⅚ mūsų visatos medžiagos ir akimirksniu išmestų už borto daug keistokų kosmologinių hipotezių. Tai leistų sukurti išsamią mūsų visatos istoriją. *Tikimybė – 90 proc.*

*Vaikų kūrimas genų inžinerijos būdu*. Kalbu ne tik apie svarbiausių vėžio genų atsijojimą ar mėlynų akių parinkimą. Kalbu apie kūrimą tokių vaikų, kurie gebėtų kvėpuoti po vandeniu ar pasižymėtų radikaliai padidintais protiniais gebėjimais. Tokie palikuonys perrašys evoliucijos taisykles ir iš naujo apibrėš, ką reiškia būti žmogumi. Juos visai pagrįstai bus galima laikyti nauja biologine rūšimi. Vertindamas mokslo požiūriu, manau, kad ši galimybė yra labai įmanoma, bet ją įgyvendinti gali sutrukdyti teisiniai ir etiniai sumetimai. Atsižvelgdamas į tai, manau, kad to tikimybė – *80 proc.*

*Gyvybės radimas kokioje nors egzoplanetoje*. Astronomai jau išmatavo kelių planetų dydžius, tankius, temperatūras ir atmosferos sudėtis, joms praslenkant pro pagrindines jų žvaigždes. Būsimasis Džeimso Vebo (*James Webb*) kosminis teleskopas gali leisti padaryti tą patį ir su Žemės dydžio planetomis. Tokių planetų dar nesuradome, bet jau priartėjome prie jų radimo.

Galima neabejoti, kad neseniai paleistas Keplerio misijos teleskopas ar žemėje esantys tokių planetų ieškojimo įrenginiai jas netrukus suras. Tik nežinia, ar cheminiai gyvybės buvimo jose pėdsakai bus tokie, kad jais patikėtų dauguma mokslininkų. (Apie gyvybę Marse galėčiau pasakyti tiek, jog yra šansų jame rasti anksčiau egzistavusios gyvybės požymių, tačiau dėl galimybės pernešti gyvybę iš Žemės į Marsą, jos suradimas Marse būtų ne toks įdomus.) *Tikimybė – 75 proc.*

*Dirbtinė telepatija*. Paprasčiausi smegenų protezai ir smegenų-mašinos sąsajos jau egzistuoja. Galimybė vienam žmogui valdyti kito žmogaus kūną reikštų tik gan paprastą šios technologijos plėtimą. Daug sudėtingesnis dalykas yra galimybė vienam žmogui tiesiogiai perduoti savo mintis į kito žmogaus smegenis, tačiau ir tai nėra taip jau nerealu. Tai leistų likviduoti vieną iš didžiausių atskirčių, susijusių su žmogaus gyvenimo sąlygomis. Greičiausiai tai prasidėtų nuo bendros smegenų „nuotaikos“ paviešinimo. Norint perduoti

konkrečias sąmoningas mintis, reikėtų užtikrinti, kad signalai nueitų tiksliai ten, kur reikia. Tokie implantai netrukus vis tiek paplis, žmonėms savo smegenis suliejant su kompiuterio duomenų tinklais. *Tikimybė – 70 proc.*

*Gyvenimo trukmė daugiau kaip iki 200 (ar 1000) metų.* Beveik neabejoju, kad pažanga, kovojant su ligomis ir mūsų genetinių silpnųjų vietų paremontavimas, leis žmonėms sulaukti vidutiniškai apie 120 metų. Norint gerokai viršyti šią ribą, reikės sustabdyti ar net pasukti atgal senėjimo procesą, apimantį ne tik genetines priežastis, bet ir oksidaciją bei susidėvėjimą. Greičiausiai būtų daug paprasčiau genų inžinerijos būdu sukurti žmogų su žiaunomis. Tačiau jei pavyktų gyvenimo trukmę pailginti iki 200 metų, tai nematau priežasčių, kodėl tais pačiais metodais nebūtų galima pasiekti, kad žmonės gyventų iki 1000 metų ar net dar ilgiau. *Tikimybė – 60 proc.*

*Mąstančios mašinos.* Protingos mašinos yra neišvengiamos; kai kuriais aspektais jų jau yra. Dirbtinė sąmonė bus kur kas didesnis proveržis, kai kuriais atžvilgiais gilesnis už gyvybės radimą kitose planetose. Tik štai kokia problema: mes dar nesuprantame, kaip sąmonė veikia, todėl, norint ją atkurti, reikės dar daug sužinoti apie tai, ką reiškia būti ir sumaniam, ir turėti savimonę.

Kita problema: kadangi nesuprantame, kas sąmonė *yra*, tai tiksliai nežinome ir ką reiškia „sumanumas“ ir „savimonė“. Daug žadantis sprendimas šioje srityje yra neurobiologo Džeraldo Edelmano (*Gerald Edelman*) smegenimis grindžiami įtaisai. Užuot bandę smegenis dekonstruoti kaip kokį kompiuterį, jie konstruoja duomenų apdorojimą iš apačios į viršų, taip mėgdžiodami neuronų veiklą. *Tikimybė – 50 proc.*

*Geoinžinerija.* Galime spręsti globalinio atšilimo problemą, ieškodami naujų energijos šaltinių, radikaliai didindami efektyvumą, mažindami anglies dioksido išmetimą, vietiniu ir regioniniu mastu prisitaikydami prie šiltesnio klimato. Visa tai bus iššūkiai technologijoms, bet žaidimo visa tai iš esmės nepakeis. Tačiau gali atsitikti ir taip, kad tų beprotybių, kurių pridarėme aplinkai, padariniai bus tokie rimti, o jiems ištaisyti skirtų mokslinių tyrimų pažanga tokia didelė, kad kai kurie tik gražiomis svajonėmis laikyti ir dabar dažnai minimi geoinžineriniai projektai bus iš tikrųjų įgyvendinti.

Man patraukliausi atrodo didžiuliai veidrodžiai ar skėčiai nuo saulės kosmose dėl to, kad jiems įgyvendinti reikės agresyvios kosminės programos ir dėl to, kad juos galima derinti ir reguliuoti. (Projektai, siekiantys teršimą anglies

junginiais įveikti teršimu sieros junginiais man panašūs į bauginantį puikybės ir kvailumo mišinį.) Geoinžineriniai metodai taip pat yra geras pirmasis žingsnis kitas planetas padaryti panašias į Žemę. *Tikimybė – 25 proc*.

*Termobranduolinė sintezė ant stalo*. Tarptautinio eksperimentinio termobranduolinės sintezės reaktoriaus (*International Thermonuclear Experimental Reactor – ITER*) projektas įrodys, jog įmanoma išleisti milijardus dolerių didžiulio įrenginio, kuriame vykdoma valdoma vandenilio termobranduolinė sintezė gaunant tiek energijos, kiek suvartojama, sukūrimui.

Keli pasitraukę iš šių tyrimų mokslininkai (visų pirma tie, kurie yra susiję su *Tri Alpha* kompanija Pietų Kalifornijoje) tiria daug beprotiškesnį, nors ir neįrodytą būdą, kuris leistų kurti pigius kompaktiškus reaktorius. Jie iš principo galėtų panaudoti egzotiškesnes termobranduolinės sintezės reakcijas be neutronų, beveik tiesiogiai jų energiją paverčiant elektra.

Taigi galų gale galėtų išsipildyti sena svajonė apie neribotus energijos kiekius gaminančią jėgainę, kuri tilptų po automobilio variklio gaubtu arba spintelėje namie. Kadangi energija yra svarbiausias ekonomikos plėtrą ribojantis veiksnys, tai pasaulio ekonomika (ir tyrimų potencialas) pasikeistų iš pagrindų. *Tikimybė – 20 proc*.

*Komunikavimas su kitomis visatomis*. Gravitacinių bangų struktūros, įsirėžusios į kosmoso mikrobangų foną, tyrimai netrukus gali aptikti požymių, kad už mūsų visatos ribų yra ir kitų visatų. Elementariųjų dalelių susidūrimai didžiajame hadronų kolaideryje netrukus galėtų padėti rasti požymių apie aukštesnės eilės matmenų buvimą. Tačiau mūsų pasaulį iš tikrųjų sukrėstų žinia apie tiesioginius kitų visatų matavimus.

Kaip tai galėtų atsitikti, kol kas dar neaišku, nes bet koks objektas ar signalas, tiesiogiai atėjęs iš kitos visatos, galėtų sukelti niokojančių padarinių, o netiesioginiai įrodymai būtų nepakankami (pavyzdžiui, toks galėtų būti kaimyninės branos šešėlinės medžiagos gravitacinės traukos ieškojimas). Tačiau aš vis tiek neprarandu vilties. *Tikimybė – 10 proc*.

*Antigravitaciniai įrenginiai*. Dabartinė fizikos teorija jų nepripažįsta, bet retkarčiais vis pasirodo pranešimų apie marginalinius eksperimentus (daugiausia susijusius su superlaidžiosios medžiagos diskų sukimu), kai neva gauta antigravitacijos reiškinio įrodymų. Net *NASA* skyrė pinigų tokiems tyrimams, tikėdamasi, kad gal pavyks gauti kokių nors netikėtų įdomių duomenų.

Jei antigravitacija iš tikrųjų egzistuoja, tai reikės peržiūrėti Einšteino bendrąją reliatyvumo teoriją. (Tai taip pat patvirtintų ir visas tas mokslinės fantastikos televizijos laidas, kuriose rodoma, kaip žmonės nerangiai juda kosminėje erdvėje.) Turint galvoje, kiek mažai žinome apie gravitacijos veikimą, nei antigravitacija, nei dirbtinai sukelta gravitacija neatrodo esą neįmanomi dalykai – jie tik labai mažai tikėtini. *Tikimybė – 5 proc.*

*Nejutiminio suvokimo patvirtinimas!* Prie mokslinės nejutiminio suvokimo (*Extrasensory Perception – ESP*) teorijos bene labiausiai priartėja Ruperto Šeldreiko (*Rupert Sheldrake*) „morfinių laukų“ (*morphic fields*) koncepcija. Šiuo metu jai paremti nėra nė menkiausių įrodymų, jei tokiais nelaikysime anekdotų apie šunis, žinančius, kada jų šeimininkai sugrįš namo, ir žmones, galinčius „justi“, kad kažkas į juos žiūri. Tačiau R. Šeldreikas visiškai teisus, sakydamas, kad tokios keistos idėjos nusipelno rimto mokslinio tyrinėjimo.

Galų gale mokslininkai juk visą laiką tiria prieštaraujančias sveikam protui fizikos koncepcijas. Tai kodėl tada ne mažiau rimtai nepatyrinėti ir intuityvių jausmų, kurie visą laiką būdingi žmonėms. Viskas, ką žinau apie mokslą ir žmonių subjektyvumą, įrodo, kad ten nieko nerasime. Tačiau kai imu galvoti apie radimą to, kas galėtų viską pakeisti, tai viena iš pirmųjų man ateinančių į galvą minčių yra kaip tik ši. *Tikimybė – 0,1 proc.*

# SAULĖS ENERGIJOS TECHNOLOGIJŲ SUKLESTĖJIMAS

## IAN McEWAN

JANAS MAKJUINAS yra rašytojas ir apysakos „Česilo paplūdimyje“ (*On Chesil Beach*) autorius.

Filipas Larkinas (*Philip Larkin*) vieną iš savo eilėraščių pradėjo tokia hipoteze: „Jei manęs paprašytų / Sukurti kokią nors religiją, / Tam man reikėtų vandens.“ Vietoj vandens aš siūlyčiau paimti Saulę, o ta religija, apie kurią kalbu, yra visai racionali, labai naudinga ir turinti didžiulių estetinių galimybių.

Beveik visi šios srities specialistai ir šiaip dirbantys joje tvirtina, kad naftos gavyba jau pasiekė maksimumą arba jį pasieks per artimiausius 5 metus. Net jei per daug nerūpėtų klimato kaita, vis tiek turėtume ieškoti kitokių būdų mūsų civilizacijai aprūpinti energija. Mums labai pasisekė, kad vos už 93 mln. mylių [148,8 mln. km] turime saugią branduolinės energijos jėgainę. Mums pasisekė ir dėl to, kad pagal fizikos dėsnius fotonas, atsitrenkęs į puslaidininkį, išmuša iš jo elektroną.

Tikiuosi, savo amžiuje dar pamatysiu saulės energetikos suklestėjimą – fotovoltinius elementus ar saulės energijos koncentravimą perkaitintiesiems garams gauti, o gal ir abiejų šių būdų derinį. Šios technologijos tobulinamos

optimizmą keliančiu greičiu, naudojant ir nanotechnologijas bei dirbtinę fotosintezę.

Ieškoma ir naujų elektros perdavimo bei jos kaupimo būdų. Tikiuosi, bus pasitelkti ir architektai projektuoti dykumose saulės bokštus ir kitokias įmantrias konstrukcijas, mūsų siekius išreiškiančias ne mažiau įspūdingai, kaip tai savo laiku darė Viduramžių katedros. Mums reikės ir naujų elektros skirstymo sistemų, ir išmaniųjų tinklų – tobulų Ruzvelto stiliaus projektų mūsų laiko vis neturinčiai epochai. Ar įmanoma, kad, po 2 ar 3 dešimtmečių žvelgdami atgal, stebėsimės, kodėl mums kažkada atrodė, jog turime apsirūpinimo energija problemų, kai taip maloniai gaivina fotonų lietus?

# ASMENINĖ GENOMIKA – GAL BUS, O GAL IR NE

STEVEN PINKER

STIVENAS PINKERIS yra Harvardo universiteto Psichologijos fakulteto profesorius ir knygos „Mąstymo medžiaga: kalba kaip langas į žmogaus prigimtį“ (*The Stuff of Thought: Language as a Window into Human Nature*) autorius.

Mažai tikiu bet kieno sugebėjimais numatyti, kas pakeis viską. Vos pažvelgę į ankstesnių metų futurologiją, pamatysime daug išblaivinančių pavyzdžių, kaip buvo prognozuojamos technologinės revoliucijos, kurios taip ir neįvyko (pavyzdžiui, kupolo formos miestai, automobiliai su branduoliniais varikliais, mėsa, auganti tiesiog lėkštėje). 2001 m., pagal filmą „2001 metų kosminė odisėja“ (*2001: A Space Odyssey*), turėjome sugebėti laikinai sustabdyti svarbiausias organizmo funkcijas, siųsti misijas į Jupiterį, turėti panašius į žmogų centrinius kompiuterius (tačiau ne nešiojamuosius kompiuterius ar tekstų apdorojimą kompiuteriais). O kur dar interaktyvi, dialoginė televizija, internetu valdomi šaldytuvai, biurai be popierių?

Technika gali pakeisti viską, tik neįmanoma numatyti, kaip ji tai padarys. Paimkime kitą aspektą, kurį prognozuodamas filmas „2001 metų kosminė odisėja“ prašovė pro šalį. Tame filme vaizduojamos amerikiečių moterys buvo tik pagalbinių darbų atlikėjos: sekretorės, registratorės, stiuardesės.

1968 m., kai šis Stenlio Kubriko (*Stanley Kubrick*) filmas pasirodė ekranuose, mažai kas numatė antrąją feministinę revoliuciją, kuriai buvo lemta

aštuntajame dešimtmetyje pakeisti viską. Bet tai nereiškia, kad ta revoliucija neturėjo šaknų technologijų pokyčiuose.

Oraliniai kontraceptikai sudarė galimybę moterims planuoti vaikų gimdymo laiką, daugybė jau anksčiau pasirodžiusių technologijų (sanitarija, masinė gamyba, moderni medicina, elektra) sumažino jų namų ruošos krūvį, pailgino gyvenimo trukmę, ekonomikos pagrindą perkėlė nuo fizinio prie protinio darbo, moterys buvo išvaduotos nuo kiaurą parą trunkančio vaikų auginimo, jų priežiūros.

Technologijos padariniai priklauso ne tik nuo to, ką jos įrenginiai daro, bet ir nuo milijardų žmonių nuomonių, kiek ji kainuoja ir kiek duoda naudos. (Pavyzdžiui, ar tikrai norėsite skambinti specialistams, kad jie patikrintų šaldytuvą ir pašalintų kompiuterines programos klaidas?) Jie priklauso ir nuo daugybės netiesinių tinklo padarinių, pavėluoto reagavimo į informaciją (miegančiojo) efekto ir kitų nepatogumų. Vaikų vardų populiarumas (Amerikoje Mildreda, Debora, Dženiferė, Chlojė) ir savižudybių mastas (sumažėjęs penktajame, padidėjęs septintajame ir vėl sumažėjęs dešimtajame dešimtmetyje) yra tik dvi iš daugelio socialinių tendencijų, kurios smarkiai kinta nepaisant sociologų pastangų jas paaiškinti *post factum*, o ką jau kalbėti apie jų išankstinį prognozavimą.

Tačiau reikia pripažinti, kad šiame tūkstantmetyje atsirado ir į vartotojus nukreipta genomika. Neseniai įsisteigė nemažai naujų šios srities kompanijų. Jos teikia įvairiausias paslaugas – nuo genomo nustatymo (už apvalią 350 000 dol. sumelę) iki patikrinimo, ar organizme nėra daugiau kaip šimto paveldimų ligų genų, ir iki individualių bruožų, pavojaus susirgti ir duomenų apie jūsų protėvius sąrašų sudarymo. Štai kai kurie iš galimų to rezultatų:

- Individualizuota medicina, kai vaistai pacientui bus skiriami ne bandymų ir klaidų metodu, o atsižvelgiant į jo molekulinę kilmę. Ligų prevencijos ir tikrinimo rekomendacijos bus siauro profilio, duodamos tiems, kam jos atneš daugiausia naudos.
- Daugelio genetinių ligų įveikimas. Jau prieš kelis dešimtmečius buvo beveik visai įveikta Tėjo-Sakso liga dėl to, kad Vidurio Europos žydai (aškenaziai) pradėjo tikrintis, ar neturi šios ligos geno. Jį turinčioms poroms, norinčioms turėti biologinių vaikų, genetinis diagnozavimas buvo derinamas su implantavimu. Panašiu būdu bus apsisaugota ir nuo kokio šimto kitų paveldimų ligų.

- Visuotinis sveikatos, neįgalumo ir sveikatos priežiūros paslaugų teikimo namie draudimas. Tai leis baigti JAV vykstančius politinius debatus apie visuotinę sveikatos apsaugos sistemą. Sveikatos priežiūros paslaugų rinkimasis taip, kaip renkamės patiekalus savitarnos maitinimo įstaigose*, statistiškai nebebus perspektyvus, jei didesnės rizikos grupės vartotojai galės iš dosnių draudimo išmokų jų gauti tiek, kiek jiems reikia, o mažesnės rizikos grupės vartotojai tenkinsis jų minimumu.
- Išnyks daugelio mokslininkų bei specialistų genofobija. Jų plėtojamos doktrinos atrodys dar labiau neįtikėtinos, kadangi žmonės vis daugiau sužino apie genus, veikiančius jų temperamentą ir gebėjimą pažinti.
- Labai sustiprės medicinos paslaugų vartotojų pozicijos. Jie žinos, kokiomis ligomis gali susirgti, ir ieškos atitinkamo gydymo, užuot tenkinęsi globėjiško šeimos gydytojo nuojautomis ir pasakėlėmis.

Tačiau viso to gali ir nebūti.

* Amerikoje toks draudimo būdas vadinamas *Cafeteria plan*. (Vert. past.)

# MŪSŲ GENAI – DAR NE MŪSŲ LIKIMAS

## DEAN ORNISH

DYNAS ORNIŠAS yra gydytojas, Kalifornijos universiteto San Franciske medicinos profesorius ir knygos „Spektras: moksliškai patvirtinta programa norintiems geriau jaustis, ilgiau gyventi, numesti svorį ir pagerinti sveikatą“ (*The Spectrum: A Scientifically Proven Program to Feel Better, Live Longer, Lose Weight, and Gain Health*) autorius.

Įžengiame į naują individualizuotos medicinos amžių. Vienas kurpalis tinka ne visiems.

Vienas iš būdų savo genams pakeisti – pasidaryti naujus; tą elegantiškai pademonstravo K. Venteris. Kitas būdas – pakeisti savo gyvenimo stilių: tai, ką valgote, kaip reaguojate į emocinį stresą, rūkote ar nerūkote, kiek laiko skiriate mankštai, fiziniams pratimams, kokie jūsų meilės reikalai ir intymūs santykiai.

Naujausi tyrimai rodo, kad tie viską apimantys gyvenimo būdo pokyčiai gali vos per kelis mėnesius pakeisti šimtų genų elgseną: „įjungti“ (suaktyvinti) užkardančius ligas genus ir „išjungti“ (nuslopinti) genus, skatinančius širdies ligas, krūties ar prostatos vėžį, uždegimą ir oksidacinį stresą. Tie gyvenimo būdo pokyčiai didina ir telomerazės kiekį organizme, o šis fermentas taiso ir ilgina telomerus – chromosomų galus, nuo kurių priklauso, kaip ilgai gyvensime.

Individų genomų informacija tampa vis plačiau prieinama. Bet kas gali užsisakyti nustatyti savo visą genomą (kaip kad padarė K. Venteris ir Dž. Vot-

sonas) ar tik jo dalį (tai kainuos pigiau), kreipdamasis į naujas asmenines šios srities kompanijas. Šitaip gauta informacija bus didelis paskatinimas žmonėms visapusiškai pakeisti savo gyvenimo būdą. Tai gali teigiamai paveikti jų genų veiklą ir smarkiai sumažinti lėtinių ligų pandemijų paplitimą.

# PRIEŠAKINĖS SMEGENYS – MŪSŲ PASAULIO PROTUI

## W. DANIEL HILLIS

DANIELIS HILIS yra fizikas ir kompiuterių specialistas, kompanijos *Applied Minds*, Inc. valdybos pirmininkas ir knygos „Raštai akmenyje: paprastos idėjos, kurios įgalino kompiuterius veikti“ (*The Pattern on the Stone: The Simple Ideas That Make Computers Work*) autorius.

1851 m. Natanielis Hotornas (*Nathaniel Hawthorne*) rašė: „Ar taip yra iš tikrųjų, ar man tik prisisapnavo, kad dėl elektros medžiaginis pasaulis įgijo tūkstančius mylių nusidriekusį vibruojantį nervą? O gal geriau būtų Žemės rutulį palyginti su didžiule galva, kupinomis žinių smegenimis!“ Taip rašydamas jis turėjo galvoje telegrafą, bet šiandien iš esmės tą patį galime pasakyti ir apie internetą.

Reikėtų tikėtis, kad, turėdamos be galo daug tranzistorių ir milijardus žmonių protų, mūsų pasaulio smegenys galėtų generuoti gan gilias mintis. Tačiau turime mažai įrodymų, kad taip yra iš tikrųjų. Šiandien internetas veikia daugiausia kaip didžiulė bendravimo ir žinių laikymo sistema, kuria naudojasi atskiri individai.

Nors daug žmonių žinių vienokiu ar kitokiu pavidalu laikoma mašinos viduje, jos dar nėra išreikštos tokiu pavidalu, kuris būtų itin prasmingas tai mašinai. Iš esmės internetas apie jame esančią informaciją žino ne daugiau nei telefono sistema apie pokalbius, keliaujančius jo linijomis. Dauguma tų nesuskaičiuojamų tranzistorių atlieka tik kažką labai paprasto ar apskritai nieko nedaro, o dauguma iš tų milijardų žmonių protų užsiima tik savo asmeniniais reikalais.

Jei šiandien pasaulyje yra toks dalykas, kurį galima pavadinti pasauliniu protu, tai jo mintys pirmiausia suktųsi apie prekybą. Tai ir yra ta Adamo Smito (*Adam Smith*) „nematomoji ranka“, nustatanti kainas, skirstanti kapitalą. Jo smegenis sudaro ne tik pirkėjai ir pardavėjai, bet ir Volstrito prekybos programos bei centrinių bankų ekonominiai modeliai. Tas „tūkstančius mylių nusidriekęs vibruojantis nervas“ ne tik perneša žinias, kurias žmonių smegenys siunčia vienos kitoms, bet ir dalyvauja priimant mūsų pasaulio kaip visumos sprendimus. Ši be mūsų sąmonės įsikišimo veikianti sistema yra užpakalinės mūsų pasaulio smegenys.

Taip jas vadinu dėl to, kad jos atlieka nesąmoningas funkcijas, būtinas organizmo išlikimui. Tos funkcijos tokios primityvios, kad yra ankstesnės už smegenų vystymosi pradžią. Užpakalinių smegenų kompetencijai priklauso dėmesio nukreipimo ir pirmumo teikimo funkcijos, kuriančios garsumą, populiarumą, madingumą – dalykus, labai svarbius žmonių visuomenei funkcionuoti.

Užpakalinės smegenys atsirado labai seniai. Nors technologijos jas perkrovė iš naujo, padidino jų veikimo greitį ir talpumą, jų sudėtingumas padidėjo nedaug. Tos globalinės užpakalinės smegenys yra veikiamos nuotaikos svyravimų, neteisingų situacijos vertinimų, lemiančių ekonominius nuosmukius, paniką, raganų medžioklę, trumpalaikius susižavėjimus. Joms gali daryti poveikį propaganda ir reklama. Jas lengva nukreipti neteisingu keliu. Užpakalinės smegenys, gyvybiškai svarbios išlikimui, nėra labai išmintingos.

Mūsų pasaulio protui labai reikia priešakinių smegenų su jų sąmoningais tikslais, priėjimu prie aiškių, tikslių žinių, gebėjimu protauti ir planuoti. Pasaulio priešakinėms smegenims reikia gebėjimo kolektyviai suvokti, kolektyviai spręsti ir kolektyviai veikti. Iš šių trijų dalykų labiausiai išvystytas mūsų gebėjimas kolektyviai veikti.

Tūkstančius metų naudojome uždavinio suskaidymo į smulkesnius uždavinius, kuriuos gali atlikti atskiros komandos, metodą. Tuos smulkesnius uždavinius tada galima skaidyti į dar smulkesnius tol, kol juos gali atlikti atskiri individai. Toks hierarchinis valdymas veikia gerai. Galiu įsivaizduoti, kad piramidžių statymas reiškė šio metodo triumfą. Jas stačiusios hierarchinės komandos buvo tiesiog faraono kūno, jo fizinių gebėjimų išplėtimas, ryškus jo mokėjimo koordinuoti daugelio žmonių pastangas demonstravimas. Pira-

midžių statytojai turėjo būti netoli vieni nuo kitų, kad girdėtų balsu perduodamus vyresniųjų nurodymus.

Elektroninis bendravimo būdas leidžia plėsti savo virtualius kūnus (tiksliau sakant, mūsų korporacijas) iki globalių mastų. Internetas netgi sudarė galimybę tokiai sudėtingai veiklai organizuotis aplink nustatytą tikslą ir be faraono. „Vikipedija“ tapo Didžiąja mūsų piramide.

Taip pat palyginti gerai išvystytas ir kolektyvinis mūsų pasaulinio proto suvokimas. Svarbiausios iš naujausių inovacijų yra paieškos ir rekomendacijų sistemos. Jose žmonių indėliai sujungiami su mašinų algoritmais ir gaunamas naudingas rezultatas. Tai dar viena sritis, kurioje dideli mastai yra naudingi. Daug akių ir daug nuomonių sujungiama į kolektyvinį suvokimą, nepasiekiamą jokiam pavieniam individui. Silpnoji vieta yra tai, kad visas tas kolektyvinis suvokimas apsiriboja rekomendacijų sąrašu. Kad tas pasaulinis protas tikrai suvoktų, reikia būdo, kaip dalytis bendresnėmis žinių formomis tokiu formatu, kuris būtų suprantamas ir žmonėms, ir mašinoms. Įvairios naujos kompanijos kaip tik ir pradeda tuo užsiimti.

Vis dar neturime grupės žmonių (ar žmonių ir mašinų) gebėjimo priimti kolektyvinius sprendimus, protingesnius už individualius sprendimus. Tą kartais įmanoma padaryti mažose grupėse tarpusavio pokalbių būdu, bet didesniu mastu šis metodas veikia blogai. Apskritai, technologijos leido išplėsti pokalbio dalyvių ratą, bet nepadarė jo protingesnio. Didelėse grupėse moderniausias kolektyvinių sprendimų priėmimo būdas tebėra balsavimas. Tačiau jis veiksmingas tik tokiu mastu, kokiu kiekvienas balsuotojas sugeba individualiai priimti teisingą sprendimą. To negana. Mums reikia tokio intelekto, kurio mastai atitiktų mūsų problemų mastus.

Taigi viską pakeistų metodas, leidžiantis žmonių ir mašinų grupėms bendradarbiauti priimant sprendimus tokiu būdu, kuris leistų išnaudoti masto pranašumus. Toks keičiamo mastelio metodas kolektyviniams sprendimams priimti leistų išnaudoti nesuskaičiuojamų tranzistorių ir milijardų smegenų privalumus bei leistų kolektyviniam protui sutelkti dėmesį į mūsų kolektyvinius veiksmus. Tada mes galų gale galėsime naudotis intelektu, didesniu už mūsų pačių intelektus. Tada pasaulinis protas pagaliau įgaus priešakines smegenis, ir tai pakeis viską.

# ATEITIS KAIP DABARTIS: GALUTINIS EKSPERIMENTAS

## ERNST PÖPPEL

ERNSTAS PĖPELIS yra neuromokslininkas. Mokslų apie žmogų centro valdybos pirmininkas, Miuncheno universiteto Vokietijoje Medicininės psichologijos instituto direktorius ir knygos „Proto veikla: laikas ir sąmoninga patirtis“ (*Mindworks: Time and Conscious Experience*) autorius.

Kai laikas artėjo prie pabaigos, dievai nusprendė atlikti paskutinį eksperimentą. Jie norėjo būti pasirengę tam, kad po Didžiojo susitraukimo ir kito Didžiojo sprogimo vėl galėtų atsirasti gyvybė. Savo eksperimentui jie pasirinko dvi planetas visatoje, kurioje evoliucionuodama gyvybė vystėsi panašiai. I planetoje jie nusprendė įsikišti į evoliuciją, leisdami tik vienai biologinei rūšiai išsiugdyti sudėtingas smegenis. Ši rūšis save vadino „protinga“. Šios rūšies atstovai didžiavosi savo pasiekimais tiksliųjų mokslų, technologijų, humanitarinių mokslų ir filosofijos srityse.

II planetoje dievai pakeitė tik vieną kintamąjį. Aukštą intelektą joje leido išsiugdyti *dviem* biologinėms rūšims. Tos dvi rūšys gyveno vienoje aplinkoje, bet (ir tai buvo svarbiausia tame dievų eksperimente) jos tiesiogiai nekomunikavo. Tiesiogiai komunikuoti vieni su kitais galėjo tik tos pačios rūšies nariai. Todėl viena rūšis negalėjo tiesiogiai informuoti kitos apie savo planus; kiekviena rūšis galėjo tik fiksuoti tai, kas darėsi bendrai jų aplinkai.

Klausimas buvo toks: kaip gyvenimas bus tvarkomas vienoje ir kitoje planetose? Kaip ir visi organizmai, taip ir gyvenantys tose planetose stengėsi išlai-

kyti vidinę pusiausvyrą, homeostazę, optimaliai vartodami turimus išteklius. Kol dar minėtų rūšių atstovai nebuvo labai protingi, stabilumą pavyko išlaikyti. Tačiau kai jie tapo protingesni, o jų pačių akimis žiūrint ir išties sumanūs, ir kai jų vertybiniai kriterijai pasikeitė (kai ėmė vyrauti individualūs jų interesai), tai nemalonumai tapo neišvengiami. Dėl nežmoniško asmeninio godumo iš aplinkos pradėta imti daugiau išteklių, negu buvo galima jai grąžinti. Tai kuriai planetai iš tų dviejų geriau sekėsi palaikyti tinkamas gyvenimo sąlygas, jose gyvenant tokioms per daug protingoms biologinėms rūšims?

Po 200 metų trukusio eksperimento duomenų analizės paaiškėjo, kad palaikyti aplinkos stabilumą geriau sekėsi II planetai. Kodėl? Šios planetos biologinės rūšys buvo priverstos visą laiką sekti kitos biologinės rūšies veiklos pasekmes. Jei viena rūšis pradėdavo eikvoti per daug išteklių savo asmeninėms reikmėms tenkinti, tai galėjo susilaukti kitos rūšies sankcijų. Taigi išteklių ėmimą iš aplinkos kontroliavo kita rūšis, ir ta abipusė kontrolė užtikrino dinamišką pusiausvyrą.

Dievai, paskelbę rezultatus, padarė tokias išvadas: sudėtingose sistemose (pavyzdžiui, socialinėse, susidedančiose iš per daug protingų narių) ilgalaikį stabilumą galima išlaikyti, jei dvi papildančios viena kitą sistemos bendradarbiauja tarpusavyje. Jei aukštą išsivystymo laipsnį pasiekia tik viena sistema, kaip kad atsitiko I planetoje, tai dievai rekomenduoja ugdyti ir antrą sistemą reguliavimo tikslams. Socialinėse sistemose tai turėtų būti kita karta, kurios būsimąją aplinką reikėtų padaryti dabartimi ir koncepciniu, ir emociniu lygiu. Tai užtikrins ilgalaikį stabilumą.

Būdami geri psichologai, dievai suprato, kad ateities padarymas dabartimi yra ne tik abstrakčių ar tikslių žinių reikalas: nors ilgalaikei pusiausvyrai pasiekti jos yra būtinos, tačiau vien tik jų nepakanka. Sprendimus reikia susieti ir su emocijomis; reikia ugdyti empatiškus abiejų sistemų narių tarpusavio santykius. Jei ateitis tampa dabartimi, tai ateityje ji gali ir būti dabartis.

# BET VISI TAPSIME KITOKIE

## FRANK J. TIPLER

FRANKAS TIPLERIS yra Tuleino universiteto matematinės fizikos profesorius ir knygų „Nemirtingumo fizika: šiuolaikinė kosmologija, Dievas ir mirusiųjų prisikėlimas“ (*The Physics of Immortality: Modern Cosmology, God, and the Resurrection of the Dead*) ir „Krikščionybės fizika“ (*The Physics of Christianity*) autorius.

Esu 62 metų, todėl, kalbėdamas apie tai, ko dar tikiuosi sulaukti, turėčiau apsiriboti tuo, kas įvyks per artimiausius 2 ar 3 dešimtmečius. Manau, kad tas laikotarpis bus pats įdomiausias žmonijos istorijoje. (Prisimenate senąjį kinų prakeikimą – linkėjimą gyventi „įdomiais laikais“?) Iki mano mirties žmonija dar turėtų sulaukti singuliarumo – dienos, kai pagaliau sukursime žmogaus lygio dirbtinį intelektą. Tam būtina apsvarstyti fizikos pažangą, reikalingą sukurti kompiuteriui, gebančiam dirbti su stipria dirbtinio intelekto programa.

Ir mano paties, ir Rėjaus Kurcveilio (*Ray Kurzweil*), singuliarumo idėjos autoriaus, skaičiavimais, šių dienų superkompiuterių 10 teraflopų greitis reiškia, jog jie pakankamai galingi, kad galėtų vykdyti minimalią dirbtinio intelekto programą, tačiau ši programa stokoja tam tikros labai svarbios idėjos.

Britų matematiko Džono Konvėjaus (*John Conway*) *Gyvybės žaidimas* (*Game of Life*) pasirodė esanti universali programa, gebanti išreikšti stiprią dirbtinio intelekto programą ir todėl ji turėtų sugebėti (jeigu jai bus leista veikti pakankamai ilgai) išsiplėtoti iki žmogaus lygio intelekto sudėtingumo. Tačiau *Gyvybės žaidimo* programos to nedaro. Jos didina savo sudėtingumą kaip tik iki tokio lygio ir tada nežinia dėl ko sustoja. Kaip jau sakiau, mes stokojame kažko, kas sudaro žmogaus kūrybiškumo pagrindą.

Tačiau dirbtinio intelekto programą galima sukurti ir grubia jėga. Galime sudaryti visos žmogaus asmenybės žemėlapį kartu su modeliuota aplinka, jį įvesti į programą ir ja naudotis. Tokia programa būtų maždaug tolygi programai, naudojamai filme „Matrica" (*The Matrix*). Jai reikėtų labai galingų kompiuterių, toli pranokstančių šių dienų superkompiuterius. Tam tiktų tik kvantinis kompiuteris.

Kvantinis kompiuteris atlieka lygiagretų duomenų apdorojimą visoje multivisatoje (*multiverse*). Tai reiškia, kad dalį reikiamų operacijų atliekate jūs šioje visatoje ir su jums priklausančia kvantinio kompiuterio dalimi, o kitas operacijas atlieka jūsų analogai su savosiomis to kompiuterio dalimis kitose multivisatos visatose.

Visas kvantinio kompiuterio potencialas dar nesuvoktas, nes ir pačios multivisatos egzistavimo idėja dar nėra priimta (net ir kuriančių kvantinius kompiuterius), nors kvantinė mechanika (ir pagal klasikinę mechaniką jos stipriausiu pavidalu, Hamiltono ir Jakobio teorija) reikalauja multivisatos buvimo.

Kitos naujos technologijos tapo įmanomos dėl veiklos visoje multivisatoje. Pavyzdžiui, standartinis elementariųjų dalelių fizikos modelis (visų jėgų, išskyrus gravitaciją, ir visų dalelių teorija), kurį patvirtino daug per pastaruosius 40 m. atliktų eksperimentų, rodo, kad įmanoma peržengti barionų skaičiaus (protonų ir neutronų sumos) ir leptonų skaičiaus (elektronų ir neutrinų sumos) tvermės dėsnius ir medžiagą versti energija daug efektyvesniu būdu, negu branduolių skaldymas ar termobranduolinė sintezė.

Pagal minėtą standartinį modelį protoną ir elektroną, sudarančius vandenilio atomą, galima sujungti taip, kad jie išskirtų gryną energiją fotonų ar neutrino ir antineutrino porų pavidalu. Pirmu atveju turėsime mechanizmą, kuriuo turėtų būti įmanoma buitines atliekas paversti energija, įrenginiu, kurį Dokas (*Doc*) filme „Atgal į ateitį" (*Back to the Future*) atsigabeno iš savo kelionės į ateitį. Antru atveju kryptingas neutrinų ir antineutrinų spindulių pluoštas būtų tobuliausias raketos variklis. Išmetimo produktai būtų nematomi (kaip ir to varymo mechanizmo, kurį Dokas irgi pasiskolino iš ateities). Šio filmo scenarijaus autoriai neprašovė: Doko įrenginiai jau iš tikrųjų yra netolimos ateities dalykas.

Kvantinis kompiuteris su dirbtinio intelekto programa, tiesioginis medžiagos vertimas energija, tobuliausia raketa, leidžianti dirbtiniam intelektui

ir virtualiems žmonėms pradėti tarpžvaigždines keliones beveik šviesos greičiu – visa tai remiasi tais pačiais fizikos dėsniais ir turėtų atsirasti ateityje maždaug tuo pačiu laiku. Žinoma, jei mums pakaks drąsos kurti technologijas, neprieštaraujančias žinomiems fizikos dėsniams. Tik aš rimtai abejoju, kad tai darysime.

Norint žengti pirmyn fizikos ir technikos srityse, pirmiausia reikia turėti fizikų ir inžinierių. Per tą ketvirtį amžiaus, kai einu profesoriaus pareigas, šias specialybes pasirenkančių studentų skaičius smarkiai sumažėjo. Ateinantį dešimtmetį pasitrauks Stivenas Hokingas (*Stephen Hawking*) ir kiti mažiau žinomi, bet panašių gebėjimų mokslininkai. Nežinau nė vieno panašaus kūrybiškumo žmogaus, kuris galėtų juos pakeisti. Tai nestebina, turint galvoje, kad ką tik baigusio studijas Volstrite dirbančio teisininko atlyginimas šiuo metu tris kartus didesnis už mano atlyginimą. Dėl to dabar dauguma Amerikos inžinierių ir fizikų yra gimę kitose šalyse.

Tačiau ar kitos šalys gali ir toliau aprūpinti mus inžinieriais ir fizikais? Kitaip sakant, ar bus tų inžinierių ir fizikų bet kurioje kitoje šalyje? Jau ne mažiau kaip 10 metų gimstamumas daugumoje išsivysčiusių šalių yra mažesnis nei reikia, kad gyventojų skaičius jose nepradėtų mažėti. Gimstamumas sumažėjo ir Kinijoje dėl ten vykdomos vieno vaiko politikos ir – tai kelia nuostabą – mažėja net musulmonų ir kitose pietinėse šalyse. Dėl to per ateinančius 20 metų galime pritrūkti žmonių net ir jau turimai technikai aptarnauti, o ką jau kalbėti apie mano ką tik minėtų naujų technologijų kūrimą.

Įžymusis Galilėjaus stipendininkas Džiordžijas De Santilana (*Giorgio De Santillana*), man dėstęs mokslo istorijos kursą Masačusetso technologijos institute septintojo dešimtmečio pabaigoje, rašė, kad graikų mokslo plėtra baigėsi maždaug prieš šimtmetį iki krikščionybės eros pradžios dėl sumažėjusio gimstamumo ir intelektinių tyrimų subiurokratėjimo. Bijau, kad ši istorinė katastrofa nepasikartotų vėl. Vis dėlto su atsargiu optimizmu tikiuosi, kad sukursime aukščiau aprašytą tobuliausią technologiją ir drebančiomis rankomis perduosime galutiniams savo įpėdiniams – dirbtiniam intelektui ir virtualiesiems žmonėms, ir tai sudarys sąlygas jiems plėstis į išorę, į tarpžvaigždinę erdvę, paplisti visoje visatoje ir gyventi amžinai.

# PASITIKĖJIMO MATERIALIZMU KRIZĖ

## RUPERT SHELDRAKE

RUPERTAS ŠELDREIKAS yra Kembridžo universiteto Trejybės koledžo Pero-Voriko projekto (*Perrot-Warrick Project*) neišaiškintiems žmonių ir gyvūnų gebėjimams tirti direktorius ir knygos „Naujasis mokslas apie gyvybę: formuojančio priežastingumo hipotezė“ (*A New Science of Life: The Hypothesis of Formative Causation*) autorius.

Pasitikėjimo krizė ištinka dėl to, kad išduodama per daug kreditų ir susikaupia per daug blogų skolų. Pats žodis *kreditas* kilęs iš lotynų kalbos žodžio *credo* (tikiu). Prasidėjęs pasitikėjimo mažėjimo procesas toliau vyksta didėjančiu greičiu, stiprindamas pats save. Žaidimas pasikeičia.

Kažkas panašaus darosi ir materializmui. Nuo XIX a. jo šalininkai vis žada, kad mokslas viską paaiškins fizikos ir chemijos terminais, įrodys, jog Dievo nėra, o visata neturi tikslo, kad mokslas atskleis, jog Dievas yra tik iliuzija žmonių mintyse, taigi ir smegenyse; jis įrodys ir kad smegenys viso labo yra tik sudėtinga mašina, ir tiek.

Materialistus palaiko tikėjimas, kad mokslas tesės savo pažadus ir jų įsitikinimus pavers faktais. O kol kas jie vaduojasi pasitikėjimu, „gyvena kreditan“. Mokslo filosofas Karlas Poperis (*Karl Popper*) tą jų tikėjimą pavadino „vekseliniu materializmu“, nes jis remiasi dar nepadarytų atradimų pažadais, skoliniais įsipareigojimais (vekseliais). Nepaisant visų mokslo ir technologijų laimėjimų, materializmas išgyvena neturinčią precedento pasitikėjimo krizę.

1963 m., kai studijavau biochemiją Kembridže, kartu su kai kuriais kitais kurso draugais buvau pakviestas į daugybę asmeniškų susitikimų su Fransiu Kriku (*Francis Crick*) ir Sidniu Breneriu (*Sydney Brenner*) Brenerio patalpose Karaliaus koledže (*King's College*). F. Krikas ir S. Breneris visai neseniai buvo iššifravę genetinį kodą. Abu buvo karšti materialistai.

Jie teigė, kad biologijoje yra likusios dvi svarbiausios neišspręstos problemos: vystymasis ir sąmonė. Jos neišspręstos dėl to, kad jas sprendę žmonės buvo ne molekulinės biologijos specialistai ir apskritai nelabai gabūs. F. Krikas su S. Breneriu tikėjosi rasti atsakymus į šias problemas per 10, na, gal per 20 metų S. Breneris ketino imtis vystymosi, o F. Krikas sąmonės. Jie siūlė mums prie jų prisidėti.

Abu stengėsi iš visų jėgų. S. Breneris 2002 m. gavo Nobelio premiją už savo darbus tiriant nematodo (apvaliosios kirmėlės) *Caenorhabditis elegans* vystymąsi. F. Krikas dieną prieš savo mirtį 2004 m. darė savo paskutinio straipsnio apie smegenis korektūrą. Laidotuvėse sūnus Maiklas pasakė, kad jo tėvą skatino dirbti ne šlovės, turtų ar populiarumo troškimas, o siekimas „įkalti paskutinę vinį į vitalizmo karstą".

Jis patyrė nesėkmę. S. Breneris irgi. Vystymosi ir sąmonės problemos tebėra neišspręstos. Buvo atskleista daug detalių, nustatyta dešimtys genomų, o smegenų skleistinės darosi vis tikslesnės. Tačiau vis dar nėra įrodymų, kad gyvybę ir protą galima paaiškinti vien tik fizikos ir chemijos sąvokomis.

Svarbiausias materializmo teiginys yra tvirtinimas, kad materija yra vienintelė tikrovė, todėl sąmonė yra tik smegenų veiklos padarinys. Tačiau vieningos nuomonės neuromokslininkai ir sąmonės tyrinėtojai neturi. Žymiausi tos srities žurnalai *Behavioral and Brain Sciences* ir *Journal of Consciousness Studies* skelbia daug straipsnių, atskleidžiančių gilias materializmo doktrinos problemas. Pavyzdžiui, Stivenas Leharas (*Steven Lehar*) tvirtina, kad mūsų galvose turi būti mažytė spalvota trimatė mūsų pasaulio virtualiosios tikrovės kopija.

Kai žiūrime į dangų, jis yra mūsų galvose, o mūsų kaukolės yra jau už to dangaus ribų. Kiti, sakykim, psichologas Maksas Velmansas (*Max Velmans*), sako, kad virtualiosios tikrovės vaizdai neapsiriboja tik mūsų smegenimis, jie yra natūralaus dydžio, o ne mažyčiai, mūsų vizualiniai suvokimai yra už mūsų kaukolių ribų, kaip tik ten, kur jie ir atrodo esą.

Filosofas Deividas Čalmersas (*David Chalmers*) jau patį subjektyvios patirties buvimo faktą pavadino sąmonės „sunkia problema“, nes jos neįmanoma paaiškinti mechanikos terminais. Tarkim, net jei suprasime, kaip mūsų akys ir smegenys reaguoja į raudoną šviesą, raudonumo savybė vis tiek liks neišaiškinta.

Biologijoje ir psichologijoje pasitikėjimas materializmu sparčiai krinta. Ar gali fizika jį padidinti? Kai kurie materialistai mėgsta vadinti save „fizikalistais“, pabrėžti, kad savo viltis sieja su šiuolaikine fizika, o ne su XIX a. fizikos teorijomis. Tačiau pasitikėjimą fizikalizmu mažina patys fizikai dėl keturių priežasčių.

Pirma, kai kurie fizikai tvirtina, kad kvantinės mechanikos neįmanoma suformuluoti, neatsižvelgus į stebėtojų protus; taigi protų negalima redukuoti iki fizikos, nes pati fizika suponuoja protų buvimą.

Antra, ambicingiausios fizinės tikrovės unifikuotos teorijos (superstygų ir M teorijos su 10 ir 11 matmenų) mokslą perkelia į visiškai naują teritoriją. Jos yra labai netvirtas pagrindas materializmui, fizikalizmui ar bet kokiai kitai išankstinių įsitikinimų sistemai. Jos nukreiptos į kažką naujo.

Trečia, mums pažįstamos medžiagos ir energijos rūšys sudaro tik apie 4 proc. mūsų visatos. Kitą jos dalį sudaro tamsioji medžiaga ir tamsioji energija. Taigi 96 proc. tikrovės kilmė tebėra neaiški.

Ketvirta, antropinis kosmologijos principas tvirtina: jei gamtos dėsniai ir konstantos Didžiojo sprogimo momentu būtų buvę nors truputėlį kitokie, tai biologinė gyvybė niekada nebūtų galėjusi atsirasti, taigi čia nebūtų ir mūsų, galvojančių apie tai. Tad gal dieviškasis protas iš pat pradžių subtiliai pareguliavo tuos dėsnius ir konstantas? Kai kurie kosmologai linkę manyti, kad mūsų visata yra tik viena iš daugelio paralelinių visatų (jų skaičius galbūt net begalinis); kiekviena iš jų turi vis kitokius dėsnius ir konstantas. Mes gyvename tokioje, kurios sąlygos geriausiai tinka.

Skeptikų nuomone, multivisatų hipotezė yra didžiausias Okamo skustuvo (principo, reikalaujančio be reikalo nekurti naujų sąvokų) pažeidimas. Tačiau net ir jų pripažinimas nepadėtų atsikratyti Dievo: begalinis Dievas galėtų būti begalinio visatų skaičiaus Dievas.

Čia, Žemėje, susiduriame su klimato kaita, dideliu ekonominiu netikrumu, mokslo finansavimo mažinimu. Pasitikėjimas materializmu mažėja. Jo

lyderiai, panašiai kaip tie centrinių bankų vadovai, toliau išdavinėja vekselius, tačiau materializmas kaip pagrindinė mokslo dogma jau neteko patikimumo. Daugelis mokslininkų jau nebenori 100 proc. savo pastangų investuoti į jį.

Pasitikėjimo materializmu krizė keičia viską. Mokslui, išsivadavusiam iš šios XIX a. ideologijos, atsivers naujos perspektyvos ir galimybės. Ir ne tik jam, bet ir kitoms mūsų kultūros sritims, kuriose vyrauja materializmas. O atsisakiusios pretenzijų į tai, kad galutiniai atsakymai jau rasti, mokslo šakos taps laisvesnės (ir smagesnės).

# NEŠIOJAMASIS KVANTINIS KOMPIUTERIS

## DONALD D. HOFFMAN

DONALDAS HOFMANAS yra kognityvinių mokslų specialistas, dirbantis Kalifornijos universitete Irvine, ir knygos „Vizualinis intelektas: kaip kuriame tai, ką matome“ (*Visual Intelligence: How We Create What We See*) autorius.

Viskas pasikeis, kai bus sukurtas nešiojamasis kvantinis kompiuteris. Perėjimas nuo asmeninių prie kvantinių kompiuterių ne tik leis pratęsti kompiuterių pajėgumo didėjimą pagal Mūro dėsnį (*Moore's Law*). Jis sukels ir paradigmos pokytį ne tik kompiuterių pajėgumo srityje (bent sprendžiant tam tikras problemas), bet ir koncepcinių struktūrų, kurias naudojame norėdami perprasti kompiuteriją, intelektą, neuromokslą, socialines sąveikas ir jutiminį suvokimą, srityse.

Tinkamas šių dienų asmeninių kompiuterių veikimas, be abejo, yra priklausomas nuo kvantinės mechanikos dėsnių. Tačiau jie nepanaudoja dviejų tik kvantinei teorijai būdingų kompiuterijos išteklių – superpozicijos ir susiejimo (*entanglement*). Jau vien tik jų pavadinimas kompiuterijos ištekliais yra didelis koncepcijos pokytis.

Dar visai neseniai superpozicija ir susiejimas buvo laikomi matematiškai gerai apibrėžtomis, bet psichologiškai nesuprantamomis kvantinio pasaulio keistenybėmis, nesibaigiančių ir iš pažiūros bevaisių filosofinių diskusijų tema. Tačiau paaiškėjo, jog tai nėra vien tik tuščios įdomybės. Tai iš tiesų yra kom-

piuterijos ištekliai, leidžiantys išspręsti kai kurias problemas, sunkiai sprendžiamas klasikiniais kompiuteriais. Geriausiai žinomas pavyzdys yra Piterio Šoro (*Peter Shor*) kvantinis algoritmas, iš principo padedantis iššifruoti kodus, neįveikiamus klasikiniams algoritmams.

Pastarajame sakinyje svarbiausi žodžiai yra „iš principo“. Kvantinė teorija jau gerai nusistovėjusi, o kvantinė kompiuterija, nors ir yra dar palyginti jauna disciplina, jau turi įspūdingą sąrašą algoritmų, kurie iš principo gali smarkiai pranokti klasikinius algoritmus, sprendžiant kai kurias svarbias problemas. Tačiau o kaipgi praktikoje?

Kol kas to dar nėra, ir dar ilgai nebus. Dar reikės išspręsti labai sudėtingas mokslines problemas, pavyzdžiui, sukonkretinti kvantinius bitus (kubitus) ar kvantinius vartus ir išvengti nepageidaujamų triukšmų, vadinamų dekoherencija, kol kvantinė kompiuterija ištesės savo pažadus ir sukurs tikrus kvantinius kompiuterius. Daugelis specialistų laikosi nuomonės, kad išspręsti šių problemų neįmanoma. Aš manau, kad taip sakyti yra per anksti. Mes turėsime nešiojamuosius kvantinius kompiuterius, ir jie pakeis mūsų pasaulį.

Kai nešiojamieji kvantiniai kompiuteriai taps įprastu dalyku, tas neišvengiamai privers mus pergalvoti intelekto sąvoką. Šiuo metu intelektas modeliuojamas skaičiavimais (kartais paprastais, kartais sudėtingais), leidžiančiais sistemai mokytis (dažnai sąveikaujant su aplinka), kaip planuoti, protauti, apibendrinti ir veikti užsibrėžtiems tikslams pasiekti. Tie skaičiavimai gali būti nuoseklūs ar lygiagretūs, bet lig šiol jie buvo laikomi klasikiniais.

Vienas iš būdingų klasikinių skaičiavimų bruožų yra tas, kad jų eigą įmanoma sekti. Kitaip sakant, iš principo įmanoma stebėti visų kintamųjų būsenas kiekviename skaičiavimo etape. Tai praverčia šalinant kompiuterio klaidas. Vienas iš būdingų kvantinių skaičiavimų požymių yra tai, kad sekti jų eigos apskritai yra neįmanoma. Vos tik kubitai inicijuojami, ir skaičiavimas prasideda, tarpinių jo stadijų neįmanoma stebėti jų nesuardant.

Stebėtojui neleidžiama žvilgčioti į kvantinį skaičiavimą, kol jis tebevyksta, o visu pajėgumu vyksta tik tada, kai nėra stebimas. Tai erzina ir nervina, nes neatitinka klasikinio skaičiavimų įsivaizdavimo. Neatitinka ir mūsų klasikinio intelekto supratimo. Kvantiniame pasaulyje intelektas reiškiasi tada, kai nestebimas. Jei tik užsimanysite stebėti, jį suardysite.

Taigi kvantinė kompiuterija privers peržiūrėti, ką laikyti „intelektu“. Šiame procese galbūt pavyks rasti naujų koncepcinių priemonių suprasti toms kūrybinėms įžvalgoms, kurios, atrodo, ateina nežinia iš kur, kitaip sakant, tas, kurių kilmės ir raidos, atrodo, neįmanoma atsekti.

Nešiojamieji kvantiniai kompiuteriai privers pergalvoti ir neuromokslą. Prieš keletą dešimtmečių žiūrėdami į smegenų vidų, matėme sudėtingą telefono komutatorių. Dabar, žiūrėdami į jų vidų, matome sudėtingus klasikinius skaičiavimus, vykstančius ir nuosekliai, ir lygiagrečiai. O ką jose matysime tada, kai jau būsime visiškai užvaldyti kvantinio skaičiavimo mąstysenos? Kai kas sako, ir tada ten matysime tik klasikinius skaičiavimus, nes smegenys ir jų neuronai yra per stambūs kvantiniams efektams. Tačiau evoliucija natūraliosios atrankos būdu veda prie nepaprastų prisitaikymų, tad iš tikrųjų gali būti selektyvus spaudimas, nukreiptas kvantinės kompiuterijos link.

Tipiškas socialinės sąveikos klasikinės problemos pavyzdys yra vadinamoji kalinio dilema. Viename šios dilemos variante perpildytame teatre kažkas sušunka: „Degam!“ Žiūrovai tada gali rinktis, ką daryti. Jie gali bendradarbiauti ir išeiti iš salės tvarkingai, vienas po kito, tačiau gali ir sutrikti, pulti prie išėjimo. Visų bendradarbiavimas visiems žiūrovams būtų geriausias pasirinkimas; tai vadinamasis optimalus Pareto sprendimas (*Pareto optimal solution*). Tačiau kiekvienam atskirai paimtam individui geriausias sprendimas bus pasiduoti sąmyšiui; tai vadinamoji Nešo pusiausvyra (*Nash equilibrium*).

Visiems pasidavus sąmyšiui, žiūrovai kaip visuma nuo to nukenčia. Tačiau ši kalinio dilemos problema (tai, kad Nešo pusiausvyra nėra optimalus Pareto sprendimas) yra klasikinio skaičiavimo būdo šiai problemai spręsti artefaktas. Yra kvantinės strategijos, apimančios bendradarbiavimo ir panikavimo superpoziciją; tada Nešo pusiausvyra tampa Pareto optimaliu sprendimu. Kitaip sakant, turint kvantines strategijas, kalinio dilemą išspręsti galima, ir žiūrovai kaip visuma nebūtinai turi nukentėti.

Jei kalinio dilema reiškiasi evoliucijoje, tai yra kvantinės strategijos, priverčiančios išnykti visas klasikines strategijas. Tai verčia susimąstyti. Ar gali būti selektyvių spaudimų, kurie įdiegtų kvantines strategijas į mūsų nervų sistemas ir mūsų socialines sąveikas? Ar tokios strategijos suteikia progą altruizmo sąvokai pergalvoti – galbūt ji reiškia bendradarbiavimo ir sąmyšio superpoziciją?

Nešiojamieji kvantiniai kompiuteriai pakeis ir mūsų požiūrį į jutiminį suvokimą. Rodos, superpozicija atskleidžia, kad mūsų jutiminiai vaizdiniai, suskaidantys pasaulį į diskretiškus objektus, turinčius tokias ypatybes, kaip buvimo vieta ir judesio kiekis, nėra adekvatus tikrovės apibūdinimas. Juk, pavyzdžiui, negalima nustatyti tikslios elektrono buvimo vietos bei jo judesio kiekio nestebint. Atrodo, įtraukimas nusako, jog jau pats pasaulio suskaidymas į atskirus, diskrečius objektus yra neadekvatus tikrovės apibūdinimas. Du elektronai, kuriuos mūsų pojūčiai vaizduoja esančius už milijardų šviesmečių, iš tikrųjų šiuo momentu yra susieti į visumą.

Kai superpozicija ir įtraukimas nustos būti abstrakčios keistenybės ir taps kompiuterijos ištekliais, būtinais mūsų nešiojamųjų kompiuterių funkcionavimui, jie pakeis mūsiškį suvokimo supratimą bei suvokimo ir tikrovės tarpusavio santykį.

# PANAIKINTI DABARTĮ, ATKURTI PRAEITĮ

## SETH LLOYD

SETAS LOIDAS yra kvantinės mechanikos inžinierius, dirbantis Masačusetso technologijos institute, ir knygos „Visatos programavimas: kvantinių kompiuterių specialistas imasi kosmoso problemų“ (*Programming the Universe: a Quantum Computer Scientist Takes on the Cosmos*) autorius.

Mano darbas yra projektuoti ir kurti kvantinius kompiuterius, kaupiančius ir apdorojančius informaciją individualių atomų lygyje. Net ir išliekant dabartinei sparčiai kompiuterinės technikos pažangai, kai kompiuterių dalys sumažėja perpus kas pora metų ar dar greičiau, o jų pajėgumas per tą patį laiką padvigubėja, kvantiniai kompiuteriai turėtų atsirasti ne anksčiau kaip po 40 metų. Tačiau paprastus kvantinius kompiuterius gaminame jau ir šiandien. Galėčiau papasakoti, kad kvantiniai kompiuteriai drastiškai pakeis tai, kaip pasaulis veikia mūsų gyvenimo metu. Tačiau to nedarysiu dėl tos paprastos priežasties, kad nežinau, ar taip bus iš tikrųjų.

Ar kvantiniai kompiuteriai pakeis pasaulį, ar nepakeis, vis tiek jie turi ką pasiūlyti mums visiems. Kai naudoja tuos atominius bitus skaičiavimams atlikti, turi kelias naudingas savybes. Gerai žinoma, kad kvantiniai kompiuteriai, jei tik yra tinkamai suprogramuoti, užtikrina savo vartotojams privatumą ir anonimiškumą: tai garantuoja fizikos dėsniai. Kitas mažiau žinomas kvantinių kompiuterių privalumas yra tas, kad viską, ką jie daro, galima ir panaikinti. Ši savybė kvantiniuose kompiuteriuose egzistuoja fundamentalaus fizikos dėsnio lygmenyje.

Pačiame žemiausiame, mikroskopiniame lygmenyje fizikos dėsniai yra grįžtamieji: kas vyksta pirmyn, tą galima pasukti ir atgal. (Labiau makroskopiniuose lygmenyse, kuriuose veikia klasikiniai kompiuteriai, yra priešingai: įsikiša antrasis termodinamikos dėsnis, ir kas jau padaryta, to nebeįmanoma sunaikinti.) Kadangi kvantiniai kompiuteriai veikia individualių atomų lygyje, tai jie paveldi tų atomų gebėjimą panaikinti dabartį ir atkurti praeitį.

Nors kvantiniai kompiuteriai užtikrina savo vartotojų apsaugą ir anonimiškumą (tai, ko negali užtikrinti klasikiniai kompiuteriai), net ir pastaruosius galima taip suprogramuoti, kad ir jie įgytų gebėjimą ištrinti nepageidaujamus dalykus, nors dabar to nedaro. Nors klasikiniai kompiuteriai išsklaido šilumą ir veikia fiziškai negrįžtamu būdu, vis dėlto gali veikti ir logiškai grįžtamu būdu. Atitinkamai suprogramuoti, gali panaikinti jau atliktus skaičiavimus. Mes jau matome tos kietųjų diskelių „laiko mašinos" skaitmeninės nostalgijos požymius, kai diskelį buvo galima atkurti, padaryti tokį, koks buvo iki pažeidimo.

Tad ar nebūtų galima tą kompiuterių gebėjimą „atsukti laikrodį atgal" panaudoti ne tik atsitiktiniams ištrynimams ar užkrėtimo virusais padariniams panaikinti, bet tą patį padaryti ir finansinėms transakcijoms, atliktoms apgaulingomis sąlygomis? Kredito kortelių kompanijos mus jau saugo nuo vagysčių, atliktų mūsų vardu. Tad kodėl neturėtų būti panašiai apsaugotos ir dar svarbesnės finansinės transakcijos? Namų pardavimo sutartys, akcijų sandoriai, neapmokėjimo mainai yra užrašomi ir vykdomi skaitmeniniu būdu. Taigi kas būtų, jei skaitmeninius finansus sujungtume su grįžtamaisiais skaičiavimais?

Pavyzdžiui, jei logiškai grįžtamasis kompiuteris (kvantinis ar klasikinis) būtų naudojamas finansinei sutarčiai ir jo sąlygų vykdymui užrašyti, tai vėliau po kiek laiko, jei šalys nebūtų patenkintos tų sąlygų vykdymu, galėtų tos sutarties nevykdyti, visi sumokėti pinigai grąžinti, o sutartis panaikinta, tarsi jos niekada apskritai nebūtų buvusios.

Kadangi finansai jau ir taip skaitmeniniai, tai kodėl neįvesti ir skaitmeninės laiko mašinos? Dabar, sakykim, kai ateis kitas finansinis krachas, viską sugrąžinsime į geresnius ankstesnius laikus, buvusius iki to laiko, kai paspaudėme tuos nelemtus klaviatūros klavišus ir į kompiuterio ekraną prisišaukėme finansinę mirtį.

Ar įmanoma tą padaryti? Pagal fizikos ir kompiuterijos dėsnius – taip. O

pagal žmogaus prigimties dėsnius? Finansinė laiko mašina ištrintų ir pelnus, ir nuostolius. Ar terminuotųjų sandorių fondų vadovai ir finansinių piramidžių kūrėjai sutiks pasukti laikrodį atgal, jei jų schemos sužlugtų, net jei tada jų pelnai, teisėti ar neteisėti, būtų sugrąžinti jų klientams ar aukoms? Jei jie atsisakys su tuo sutikti, tai neduokite jiems savo pinigų.

Nedarau jokių prognozių, bet fizikos dėsniai veikia jau ilgą laiką. Tuo metu vienintelis tikras žmogaus prigimties „dėsnis“ yra jos gebėjimas prisitaikyti. Grįžtamumas mikroskopiniame lygmenyje yra tas būdas, kuriuo gamta tvarko savo reikalus. Tai gal ir mes galėtume pasimokyti iš gamtos, kaip pakeisti tai, kaip *mes* tvarkome savo reikalus?

# KAIP PADARYTI GALĄ BEGALINIAM UŽBURTAM RATUI

## ALAN ALDA

ALANAS ALDA yra aktorius, rašytojas, režisierius ir PBS televizijos tinklo programos *Scientific American Frontiers* vedėjas.

Man sunku patikėti, kad *kas nors* pakeis viską. Vienintelė išimtis galėtų būti tai, kad staiga išmoktume gyventi vieni su kitais. Tačiau ar yra manančių, jog taip galėtų atsitikti netolimoje ateityje?

Praeities įrodymai greičiau rodo, jog daromės vis pavojingesni beveik kas kartą, kai tik kyla kokia nors nauja idėja ar atsiranda nauja technologija. Paprastai tie nauji dalykai iš pradžių būna naudingi ir malonūs (pavyzdžiui, spausdinimas kilnojamosiomis literomis, farmakologija, įstatymų valdžia), bet netrukus randame būdų, kaip tuos išradimus panaudoti tam, ką geriausiai mokame daryti – rodyti savo galią kitų atžvilgiu.

Net jei sulauktume keistų mažų žmogelių iš kitos planetos ir būtume priversti susitelkti, manau, ir tada netrukus rastume būdų, kaip vėl susiskaidyti į grupes ir tarp savųjų surasti tokių, kurių negalima laikyti visaverčiais žmonėmis.

Stengiamės padaryti galą begaliniam užburtam ratui. Ar pakankamai greitai atsiras kokia nors idėja ar technologija, kuri leistų ištrūkti iš šio mirtino

rato anksčiau, nei kaktomuša susidursime su savo likimu ir subyrėsime į milijonus gabalėlių? Ar išradingumu pranoksime patys save anksčiau, nei ši planeta bus uždažyta dar vienu žmonių sluoksniu? Galbūt, nors aš tuo abejoju.

# NEIGIAMOJO IR JATROGENINIO MOKSLO IDĖJA

## NASSIM NICHOLAS TALEB

NASIMAS NIKOLASAS TALEBAS yra atsitiktinumo gnoseologas ir taikomosios statistikos specialistas bei knygos „Juodoji gulbė: itin netikėtų reiškinių poveikis“ (*The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*) autorius.

Žmonės nori patarimo, kaip praturtėti, ir yra pasirengę už tai sumokėti. O patarimas, kaip nebankrutuoti, atrodo, nėra laikomas vertingu patarimu. Tačiau, turint galvoje, kad, laikui bėgant, tik mažesnė kompanijų dalis nebankrutuoja, kaip to išvengti, turėtų būti pats geriausias (ir sunkiausias) patarimas. Jis yra ypač geras po to, kai jūsų konkurentai patenka į bėdą, ir galite visai teisėtai nusiaubti jų verslą. Tačiau mažai kas tevertina tokį patarimą. Kaip tik dėl to kiekybiniai Volstrito analitikai, konsultantai ir investicijų tvarkytojai, nepaisant šarlataniškos jų reputacijos, iš žaidimo neiškrenta.

Neseniai vienoje televizijos laidoje keli tuščiagalviai vis kaulijo manęs tikslaus patarimo, kaip ištrūkti iš dabartinės krizės. Buvo tiesiog neįmanoma įpiršti manojo patarimo, „ko nereikėtų daryti“, ar išaiškinti, kad mano sritis yra klaidų išvengimas, o ne chirurginis greitosios pagalbos įsikišimas, ir kad tai yra savarankiška disciplina. Tiesą sakant, 12 metų bandžiau aiškinti, kad daugeliu atvejų jokie modeliai nėra geresni ar išmintingesni už tą matematinę

akrobatiką, mūsų atliekamą finansų srityje, ir reikėjo didžiulės krizės, kad pavyktų žmones tuo įtikinti.

Deja, tokia griežtumo stoka reiškiasi kaip tik ten, kur jo mažiausiai laukiame – instituciniame moksle. Mokslas, ypač akademinis jo variantas, niekada nemėgo neigiamų rezultatų, o ką jau kalbėti apie savo paties ribų konstatavimą ir garsinimą. Atlyginimų sistema nėra pritaikyta tokiems dalykams. Pagarbos čia susilaukia „lyno akrobatai“ ar kitokie žiūrovams patinkančių triukų atlikėjai. Atitinkamai elgdamiesi, jie tampa „ekonomikos einšteinais“ ar „naujais darvinais“, užuot davę visuomenei realios naudos, demaskuodami mitus ar parodydami, kur mūsų žinojimas baigiasi.

Kartais priimame žinojimo ribą (pavyzdžiui, trimituodami apie Gėdelio (*Gödel*) „reiškiančias proveržį“ nepilnumo teoremas), nes jos pasižymi formulavimo elegantiškumu ir matematiniu virtuoziškumu, nors tokios ribos svarbą sumenkina mūsų praktinės klimato pokyčių prognozavimo ribos, krizės, socialiniai neramumai ar labdaros fondų, skirtų tokio ateities elegantiškumo tyrimams finansuoti, likimas.

Paimkime kad ir mediciną, pradėjusią gelbėti gyvybes tik prieš 100 metų (tai dosnus vertinimas), ir tai mažesniu mastu, negu iš pradžių buvo garsinama populiariojoje literatūroje, nes mirštamumas ėmė mažėti daugiau dėl sanitarinių sąlygų gerinimo ir (atsitiktinio) antibiotikų atradimo, negu dėl terapeutų nuopelnų. Gydytojai, skatinami gyvuliškos valdymo iliuzijos, ilgą laiką tiesiog žudė pacientus, užuot pagalvoję, kad tinkama alternatyva galėtų būti ir „nieko nedarymas“.

Mano kolegos Spiro Makridakio (*Spyros Makridakis*) atlikti tyrimai rodo, kad tam tikru mastu jie taip tebesielgia ir toliau. Tiesą sakant, tie gydytojai, kurie buvo konservatyvūs ir tiesiog leisdavo gamtai daryti savo darbą, ar kurie pripažino mūsų medicininių žinių ribotumą, iki septintojo dešimtmečio buvo kaltinami „terapeutiniu nihilizmu“. Buvo laikoma, kad yra „nemoksliška“, atliekant veiksmus, besiremiančius nevisišku žmogaus kūno pažinimu, sakyti, jog tai mūsų dabartinio žinojimo riba.

Net ir pats jatrogeniškumo (gydytojo padarytos žalos) terminas nėra plačiai paplitęs. Niekada jo neaptikau nemedicininėje literatūroje. Nors visą gyvenimą maniakiškai domiuosi tuo, kas vadinama „antrojo tipo klaida“ arba neteisingu teigiamu dalyku, su šia sąvoka susidūriau visai neseniai, kai kalbėjausi su eseistu Brajanu Apljardu (*Bryan Appleyard*).

Kaip tokia svarbi idėja galėjo likti paslėpta nuo mūsų sąmonės? Net į mediciną (kalbu apie moderniąją) senoji „Nepakenk!“ koncepcija įsibrovė labai vėlai. Mokslo filosofas Džordžas Kangilemas (*Georges Canguilhem*) stebėjosi, kodėl ši idėja pas mus atėjo tik šeštajame XX a. dešimtmetyje. Aš irgi negaliu suprasti, kaip profesionalai galėjo taip ilgai daryti žalą žmonėms žinojimo vardu ir likti nenubausti.

Deja, tolesnis tyrimas parodė, kad ši jatrogenija buvo tik senosios atgaivinimas po to, kai mokslas Šviečiamajame amžiuje tapo per daug arogantiškas. Deja, dar kartą reikia pripažinti, kad senovėje žmonės buvo išmintingesni: graikai, romėnai, bizantiečiai ir arabai iš prigimties pripažino žinojimo ribotumą.

Yra viduramžių arabų filosofo ir gydytojo Al-Ruhavio (*Al-Ruhawi*) traktatas, rodantis, kad Viduržemio regiono kultūros apie jatrogeniją žinojo. Todėl manau, kad religija išgelbėjo nemažai gyvybių, pacientus atitraukdama nuo gydytojų. Savąją aukštesniųjų jėgų valdymo iliuziją buvo galima patenkinti, pavyzdžiui, einant į Apolono šventyklą, o ne pas gydytoją. Įdomu, kad senieji Viduržemio regiono gyventojai galbūt gerai suprato šį kompromisą ir religiją iš dalies laikė priemone tokiai valdymo iliuzijai susilpninti.

Negalima kažką daryti su žinojimu nežinant, kur jis baigiasi ir kiek kainuoja naudojimasis juo. Po Šviečiamojo amžiaus mokslas ir jo sukurtas superžvaigždžių mokslas pasiekė daug laimėjimų fizikos (linijinės), chemijos ir inžinerijos srityse. Tačiau kai kur reikia skirti daugiau dėmesio tam, į ką labai ilgai nebuvo kreipiama dėmesio – žemėlapiams, rodantiems, kur dabartinis žinojimo lygis ir dabartiniai metodai mūsų netenkina. Turime kruopščiai nagrinėti apibendrintą mokslo jatrogeniją, tirti, kokią žalą mokslas gali padaryti. Arba, dar geriau, parodyti, kokią žalą jau padarė. Manau, jog tai labiausiai gerbtinas iš visų siekimų.

# NUOJAUTA, KAD REIKALAI BLOGĖS

## BRIAN ENO

BRAJANAS ENAS yra dailininkas, muzikantas, kompozitorius ir muzikos įrašų prodiuseris; be kitų, jis išleido ir *U2, Talking Heads* ir *Coldplay* albumus.

Kas turėtų pakeisti viską, yra net ne mintis, o veikiau nuojauta. Žmonijos vystymąsi lig šiol skatino ir vedė nuojauta, kad dalykai gali gerėti ir greičiausiai gerės. Pasaulis, palyginti su gyventojų skaičiumi, buvo turtingas. Jame buvo žemių, kurias galima nukariauti, naujų idėjų – jas galima įgyvendinti, buvo ir naujų išteklių tam daryti. Didžiąsias migracijas žmonijos istorijoje paskatino nuojautos, kad yra geresnių vietų, o civilizacijos institucijos išaugo iš nuojautos, kad grynai individualaus savanaudiškumo stabdymas ilgalaikėje perspektyvoje leis sukurti tokį pasaulį, kuris bus geresnis visiems.

O kas bus, jei ta nuojauta pasikeis? Kas bus, jei pradėsime jaustis taip, tarsi tos „ilgalaikės perspektyvos“ nebūtų, ar ta perspektyva būtų ne tokia, kurios verta laukti? Kas bus, jei užuot jautę, kad esame prie naujo nuostabaus žemyno, kupino perspektyvų ir galimybių, slenksčio, pradėsime jaustis taip, tarsi būtume perpildytoje gelbėjimosi valtyje audringoje jūroje, kovodami dėl galimybės pasilikti valtyje ir pasirengę užmušti kitus kovoje dėl maisto ir vandens likučių?

Daugelis iš mūsų augo septintojo dešimtmečio neramumų metu. Tada buvo pojūtis, kad pasaulis galėtų būti geresnis, ir privalome jį padaryti tokį.

Kodėl jis įsigalėjo? Greičiausiai todėl, kad aplink buvo daug naujų turtų, nauja visus vienijanti masinė kultūra ir nauja įgalinta karta, kurios gyvenimo patirtis jai sakė, kad mūsų gyvenimo diagramos kreivė gali tik kilti. Daugeliu atžvilgiu toks idealizmas pasitvirtino, nes jo pagerinti rezultatai išlieka su mumis iki šiol: pavyzdžiui, toks yra naršymas vikipediškame idėjų mainų pasaulyje; tokiems mainams galima priskirti šios knygos medžiagą.

Tačiau sakykime, kad nuojautos pasikeis, kad žmonės pradės laukti iš ateities pasaulio ne to, o tokių dalykų, kurie būtų artimesni nevilties, baimės ir įtarumo košmarui, aprašytam Kormako Makarčio (*Cormack McCarthy*) postapokaliptiniame romane „Kelias“ (*The Road*). Kas bus tada?

Ogi štai kas: žmonija susiskaidys į glaudesnes, egoistiškesnes gaujas. Didelės institucijos dėl to, kad jos veikia ilgą laiką ir joms reikia socialinio pasitikėjimo struktūrų, nesusiformuos – tam nepakaks laiko. Ilgalaikių projektų bus atsisakyta, nes jie atsiperka per nepriimtinai ilgą laiką. Bus atsisakyta ir globalinių projektų, nes nepakaks pasitikėjimo, kad jie būtų veiksmingi. Jau ir taip menki ištekliai greitai bus visai išeikvoti, nes visi stengsis sugriebti paskutinius vertingus gabalėlius. Socialinis ar globalinis mobilumas bus laikomas pavojingu ir jam bus smarkiai priešinamasi. Valdymą perims veltėdžiai, plėšikai, piratai ir apgavikai. Bus vadovaujamasi išgyvenimo principu. Teisybė bus stipriųjų pusėje.

Tai niūrios mintys, tačiau negalima išleisti jų iš akių. Nuojautos pavojingesnės už idėjas, nes jos nepasiduoda racionaliam įvertinimui. Jos auga tyliai, plėtojasi po paviršiumi, kol staiga pratrūksta vienu metu visur. Jos gali įsiviešpatauti greitai ir tapti nevaldomos („*Degam!*“), o tada jau kursto, stiprina pačios save – tokia jų prigimtis. Jei mūsų pasaulį apimtų tokios nuojautos, tai viskas, ką jos gali sukelti, gali greitai tapti tikrove.

# ĮSIKŪRIMAS HILBERTO ERDVĖJE

## FRANK WILCZEK

FRANKAS VILČEKAS yra fizikas, dirbantis Masačusetso technologijos institute, Nobelio premijos laureatas ir knygos „Būties lengvumas: masė, eteris ir jėgų suvienijimas“ (*The Lightness of Being: Mass, Ether, and the Unification of Forces*) autorius.

Praėjo daugiau kaip 100 metų nuo Kolumbo pirmojo apsilankymo Amerikoje 1492 m. iki anglų kolonizacijos avangardo Džeimstaune 1607 m. Panašus laiko tarpas skiria mus ir šiandien nuo Makso Planko (*Max Planck*) pirmojo apsilankymo kvantų pasaulyje 1899 m. Tas kvantų pasaulis yra naujasis Naujasis pasaulis, kuris daug svetimesnis ir sunkiau prieinamas už Kolumbo senąjį Naująjį pasaulį. Jis taip pat daug didesnis. Senojo Naujojo pasaulio atradimas beveik dvigubai padidino žmonijai prieinamos sausumos plotą, o naujasis Naujasis pasaulis eksponentiškai išplečia fizinės tikrovės *mastą*. (Tai yra pripažinta fizika, nepriklausoma nuo spėliojimų apie papildomus erdvės matmenis; ji iš esmės yra klasikinė.)

Pavyzdžiui, kiekvieno atskiro elektrono sukinys tą matmenį padidina dvigubai. Mūsų pagrindinės lygtys egzistuoja ne trimatėje klasikinės fizikos erdvėje, o iš esmės begalinio skaičiaus matmenų erdvėje – Hilberto erdvėje. Mums prireiks kur kas daugiau nei 100 metų įsikurti tame naujajame Naujajame pasaulyje net ir nepaisant daug spartesnės šių dienų pažangos.

Mums pavyko įkurti vieną kitą pakrantės placdarmą, tačiau šio Naujojo pasaulio vidus tebėra nepaliesta, nenaudojama teritorija. (Tik šį kartą joje,

atrodo, nėra čiabuvių.) Apgraibomis eidami pakrante, jau aptikome tranzistorius, lazerius, superlaidžiuosius magnetus ir daugybę kitų panašių dalykų. Ko laukti ateityje? Žinoma, tiksliai nežinau, tačiau yra du gan tikėtini dalykai, galintys pakeisti viską.

- Nauji mikroelektroniniai informacijos apdorojimo įrenginiai, išnaudojantys kvantinius principus. Galbūt jie remsis elektronų sukinių manipuliavimu ar dabartinių silicio plokštelių papildymu grafenu, ir tai leis pratęsti Mūro dėsnio veikimą keliomis kryptimis: matmenų mažinimo, veikimo spartos didinimo, dizaino gerinimo, kainos mažinimo. Superkompiuteriai didins savo pajėgumą, kuris priartės prie žmogaus smegenų pajėgumo. Internetinio ryšio juostos išplėtimas veiks taip, kaip steroidai veikia raumenis. Bus galima iš bet kurios vietos akimirksniu prisijungti prie visos pasaulio informacijos, skirtumas tarp virtualiosios ir fizinės tikrovės taps neberyškus, o gal ir visai išnyks.
- Kūrimas medžiagų, gebančių karštų ir sunkiai valdomų kvantų (fotonų), kuriais Saulė apipila mus, energiją efektyviau versti į patogesnes naudoti energijos formas (cheminius ryšius). Tai aprūpins energija naująją gausos ekonomiką. Evoliucija, pasitelkusi aklą kantrybę, sugebėjo sukurti fotosintezę; jei vadovausimės protingu įžvalgumu, tai padarysime geriau už ją.

Mums šitaip didinant savo intelektą ir galią, į žaidimą gali įsitraukti ir naujos galimybės. Mes, o gal mūsų mašinos ar mūsų hibridiniai palikuonys įgysime tiek sumanumo ir gebėjimų, kad galėsime kurti dar pajėgesnius protus ir mašinas, žengti pirmyn kylančia spirale.

Mūsų kūrybiškas medžiagos valdymas remiantis kvantų teorija tebėra embrioninės stadijos. Didžiausi laimėjimai dar priešakyje.

# NETIKĖTAS ATRADIMAS

## STEFANO BOERI

STEFANAS BOERIS yra architektas, dirbantis Milano politechnikos universitete, ir [tarptautinio dizaino žurnalo] *Abitare* redaktorius.

Kas pakeis viską? Atskleidimas, kad kažkas iš ateities jau atvyko aplankyti mūsų.

# IŠ KAŽKUR ATVYKUSIOS PROTINGOS GYVYBĖS SURADIMAS

## DOUGLAS RUSHKOFF

DAGLAS RUŠKOVAS yra medijų analitikas, apybraižininkas ir knygos „Kaip pasaulis tapo korporacija ir kaip jį sugrąžinti į ankstesnę būseną“ (*Life Inc.: How the World Became a Corporation and How to Take It Back*) autorius.

Kalbame, kas pakeis *viską* – ne vien tik mūsų gebėjimus, santykius, politiką, ekonomiką, religiją, biologiją, kalbos mokslą, matematiką, istoriją ar ateitį, o visa tai iš karto. Vienintelis įvykis, kuris, mano nuomone, iš karto galėtų pakeisti beveik viską, būtų mūsų pirmasis susitikimas su protinga nežemiška gyvybe.

Bet kurio iš mūsų dabartinių gebėjimų – genetikos, kompiuterijos, kalbos mokslų ir net užuojautos – plėtra yra laipsniškas mūsų dabartinių gebėjimų ugdymas. Kaip jau matėme anksčiau, vienos tyrimų šakos užbaigimas visada atidaro duris naujai tyrimų šakai ir niekada neatneša to būsenos pasikeitimo, kurio tikėjomės. Niekas iš to, ką per pastaruosius pora šimtų metų nuveikėme, iš esmės visko nepakeitė, todėl nesitikiu, kad ir ateityje pavyks padaryti kažką tokio, kas pakeistų viską.

Ne, vienintelis būdas pakeisti viską, yra leisti kažkam tą padaryti *mums*. Žmonijos susitikimas su „kitais“ apima mūsų atsitraukimą nuo solipsizmo,

būdingo mūsų civilizacijai nuo pat jos atsiradimo. Jis reiškia pasikeitimą, kuris būtų toks didelis, kaip ir individo susitikimas su jo palikuoniu ar kūrinio – su jo kūrėju. Net jei tai būtų kažko, ką padarėme mes patys, rezultatas, dabar tai nepriklausytų nuo mūsų ir nuo mūsų pastangų.

Susitikimas su kaimynu, kad ir iš kur jis būtų – iš išorinės, vidinės, kibernetinės ar hipererdvės – galų gale pavers mus „mumis“. Susitikimas su kuo nors kitu – dievu, vaiduokliu, biologiniu broliu ar seserimi, nepriklausomai išsivysčiusia gyvybės forma ar mūsų pačių sukurtu intelektu – keičia tai, ką reiškia būti žmogumi.

Mūsų kompiuteriai gali niekada nepranešti mums, kad turi savimonę, nežemiškųjų civilizacijų atstovai gali niekada neatsiųsti signalo į mūsų *SETI* antenas, tarpdimensinės būtybės (*interdimensional creatures*), prasimanytos mokslinės fantastikos kūrėjų, gali niekada nepasirodyti tiems, kurie tuo metu nevartoja raminamųjų vaistų, tačiau jei kuris nors iš tų dalykų vis dėlto įvyktų, tai pakeistų viską.

# VAISTAI NUO ŽMONIJOS EGZISTENCINĖS VIENATVĖS

## PAUL SAFFO

POLIS SAFAS yra technologijų prognozuotojas.

Spartėjantis kitimas tapo naująja norma. Net ir patys skaudžiausi atradimai, laukiantys patogios progos, tik dar šiek tiek pastums pirmyn tą amerikietiškų kalnelių atrakciono vagonėlį, kuris apibrėžia šiuolaikinį gyvenimą. Reikšmingi atradimai varžosi su Holivudo paskalomis dėl vietos pirmuose spaudos puslapiuose, o skaitytojai, pripratę prie kasdien jų laukiančių staigmenų, į naujausias stebinančias mokslo naujienas reaguoja tik pečių gūžtelėjimu.

Tačiau yra vienas dalykas, kuris iš esmės pakeis viską. Tai nežmogiškojo intelekto, prilygstančio žmogaus intelektui ar net pranokstančio jį, atradimas. Jis turėtų pakeisti viską, nes mūsų susigrūdusi ir amžinai besivaidijanti biologinė rūšis yra vieniša – labai, skausmingai, egzistenciškai vieniša. Tai verčia mus tikėti dievais, kurių buvimo nepatvirtina nei logika, nei įrodymai. Tai verčia tirti gyvulių, su kuriais gyvename, intelektus, tikintis užmegzti su jais pokalbį. Esame tokie vieniši, kaip Danielio Defo (*Daniel Defoe*) Robinzonas Kruzas. Desperatiškai trokštame su kuo nors pasikalbėti.

Nežemiškojo intelekto paieškos (*SETI*) buvo pradėtos prieš 50 metų, kai vienas radijo astronomas pasiskolino laisvą teleskopo laiką kai kurių dažnių signalams, ateinantiems iš dviejų kaimyninių žvaigždžių, tirti. Tie tyrimai šiandien jau vykdomi nuolat, naudojant superkompiuterius ir sudėtingą signalų priėmimo aparatūrą – *SETI* instituto Aleno teleskopų sistemą (*SETI Institute Allen Telescope Array*).

Dabartinės sistemos per kelias minutes apieško daugiau radijo erdvės, negu buvo ištirta per visą pirmąjį *SETI* tyrimų dešimtmetį. Šiuo metu Kinija jau pradėjo rengtis 500 m skersmens parabolinės radijo antenos statybai (jos paviršius prilygs trisdešimties futbolo aikščių plotui, taigi bus 10 kartų didesnis už radijo teleskopo antenos *Arecibo* plotą). Tarp jos uždavinių aiškiai įvardyta ir kitų civilizacijų paieška.

Astronomai ne tik žiūri, bet ir klausosi. Aptikta jau daugiau kaip 300 planetų už Saulės sistemos ribų (visos jos, išskyrus dvylika, aptiktos per pastarąjį dešimtmetį ir daugiau kaip 100 vien tik per pastaruosius pora metų). Dar svarbiau, kad smarkiai sumažėjo mažiausias už Saulės sistemos ribų esančių planetų, kurias dar įmanoma aptikti, dydis – dabar jau įmanoma identifikuoti planetas, kurių masė artima Žemės masei.

Atrastų planetų skaičius pradėjo eksponentiškai didėti, kai *NASA* neseniai paleido Keplerio kosminį teleskopą, kuris ištirs daugiau kaip 100 000 žvaigždžių, siekiant išsiaiškinti, ar jos neturi Žemės dydžio planetų. Planetų medžiotojų šventasis Gralis yra ne Jupiterio dydžio planetos milžinės, o tokios kaip Žemė planetos, tinkamos protingos gyvybės, kurią galėtume atpažinti, egzistavimui.

Tyrinėtojai lig šiol susidūrė tik su gilia tyla, bet tuo metu, kai astronomai tęsia protingų kaimynų paieškas, kompiuterių specialistai yra pasiryžę juos sukurti. Dirbtinio intelekto tyrimai vyksta jau kelis dešimtmečius, ir kelios dirbtinio intelekto konstrukcijos jau atlaikė Tiuringo testą. Jei vadovausimės eksponentine Mūro dėsnio logika, tai stipraus dirbtinio intelekto sukūrimas per kelis ateinančius dešimtmečius atrodys neišvengiamas. Turėsime robotus, kurie bus pakankamai protingi, kad su jais būtų galima pasikalbėti, ir tokie patrauklūs emociniu atžvilgiu, kad žmonės reikalaus teisės su jais tuoktis.

Vienokiu ar kitokiu būdu žmonės ras su kuo pasikalbėti, tik neaišku, kur tokie pokalbiai nuves. Su tolimomis civilizacijomis bendrauti bus sunku

dėl laiko atsilikimo, bet jau vien tik jų buvimo faktas mūsų savęs suvokimą pakeis taip, kaip tai padarė Kopernikas prieš 500 metų. Ir, nepaisant didžiulių atstumų, mes, be abejo, bandysime kalbėtis su jomis. Trečdalis mūsų norės jas užkariauti, trečdalis norės jų gyventojus atversti į mūsų tikėjimą, o kiti norės jiems ką nors parduoti.

Dirbtiniai partneriai leis užmegzti su jais intymesnius pokalbius ne vien tik dėl jų artumo, bet ir dėl to, kad jie kalbės savo kalba nuo pat jų atsiradimo momento, bei dėl jų jaudinančio jautrumo. Tik aš bijau to, kas gali atsitikti, kai jie pradės vystytis eksponentiškai. Ar neišpuiks tiek, kad nebenorės kalbėtis su mumis? Ar nesusikurs tokių savo planų, kurie, žmonių akimis žiūrint, atrodys visai beprasmiai? Tikrai sunku įsivaizduoti pasaulį, kurį reikėtų dalytis su superintelektualiais robotais. Jei mums pasiseks, tai naujieji mūsų proto vaikai su mumis elgsis taip, kaip mes elgiamės su naminiais gyvūnėliais, o jei nepasiseks, tai jie mus laikys maistu.

# DIRBTINIS INTELEKTAS IR INTELEKTINIS MEISTRIŠKUMAS

## JOHN TOOBY IR LEDA COSMIDES

DŽONAS TŪBIS ir LEDA KOSMIDĖ yra Kalifornijos universiteto Santa Barbaroje Evoliucinės psichologijos centro direktoriai. Jie kartu su Džeromu Barkovu (*Jerome H. Barkow*) redagavo knygą „Prisitaikęs protas: evoliucinė psichologija ir kultūros karta“ (*The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*).

Šiuo metu labiausiai laukiama technikos naujovė yra universalus dirbtinis intelektas. Galbūt tai būtų net toks intelektas, kuris koreguotų pats save ir / ar tobulėtų vis didėjančiu greičiu, kol įgyvendintų tūkstantmetinius pertvarkymus. Nuo dirbtinio intelekto išradimo prieš 70 metų kompiuterių specialistai jaučiasi esą prie protingos mašinos sukūrimo slenksčio. Tačiau tas tikslas yra kaip horizontas – artinantis prie jo, jis vis tolsta. Mūsų nuomone, artimiausioje ateityje universalaus dirbtinio intelekto sukurti nepavyks. Tačiau supratimas, kodėl nepavyks to padaryti, atves prie kitų perversmų.

Neteisingas požiūris į dirbtinį intelektą daro prielaidą, kad geriausi būdai protauti ir galvoti, siekiant gauti teisingų žinių, yra tie, kuriuos galima sėkmingai naudoti bet kokiam turiniui. Atseit pakanka aprūpinti kompiuterį tais bendrais metodais, įvesti kai kuriuos faktus, padidinti kompiuterio veikimo greitį, ir atsiras stulbinančio lygio žinių. Tačiau taip niekada neįvyks, o

šitaip pasiekti bendrojo dirbtinio intelekto lygiai liks per žemi, kad juos būtų galima lyginti su žmogaus intelektu.

Tačiau galingi gamtiniai intelektai juk egzistuoja. Kaip jie (pavyzdžiui, tokie, kokius turi žmonės) veikia? Su retomis išimtimis jie veikia specializacijos būdu. Jie atskelia mažus, bet biologiškai svarbius visatos fragmentus (plėšrūno ir jo aukos sąveikas, spalvą, socialinius mainus, fizinį priežastingumą, sąjungas, genetinį gimininguma ir t. t.) ir kiekvienam iš jų kuria skirtingus problemų sprendimo metodus.

Evoliucija sukuria tokius skaičiavimo specialistus, kurie veikia puikiai, panaudodami santykius, egzistuojančius tik konkrečiame jiems priklausančiame visatos fragmente. (Paralakso geometrija regėjimui duoda vaizdo gylio suvokimą; jūsų motinos auginamas mažas vaikas yra jūsų genetinis brolis ar sesuo; du kieti kūnai negali užimti tos pačios vietos.)

Tie vietiniai intelektai yra nepalyginti protingesni už bendrus samprotavimus, nes natūralioji atranka jiems surado radikalius trumpiausius kelius, padedančius išvengti begalinio skaičiaus galimybių, tarp kurių bendrieji intelektai nesusivokia. Mūsų proto programos gali būti velniškai gerai pritaikytos kai kurioms problemoms spręsti, nes jų naudojimas neapsiriboja tik tomis strategijomis, kurias galima naudoti visoms problemoms.

Evoliucinės psichologijos pamokos rodo, kad specializuotų intelektų (dirbtinių idiotų eruditų) sukūrimas ir jų įjungimas į tinklą ilgainiui leistų pasiekti mozaikinį dirbtinį intelektą, lygiai taip pat kaip evoliucija tolydžio sukūrė natūralius intelektus. Svarbi veiklos sritis yra atskleidimas principų, sprendžiančių konkrečias problemų grupes.

Tiesą sakant, sėkmingos mokslinės teorijos yra geri specializuotų intelektų pavyzdžiai, nesvarbu, kaip jie būtų įgyvendinti – per kultūrą mokslininkų bendruomenėse ar kompiuteriškai kompiuteriniuose modeliuose. Panašiai ir specializuotų programų, kurias aptinkame žmogaus prote, kopijų įvedimas į atsirandantį dirbtinio intelekto tinklą turėtų būti didžiulis žingsnis dirbtinio intelekto kūrimo link. Kad toks agreguotas intelektas būtų pajėgus komunikuoti su žmonėmis (kad jis suprastų, ką reiškia mūsų užduodami klausimai ar mūsų išreiškiami norai), jis turės turėti tikslius žmonių smegenyse esančių intelektų modelius.

Tai veda mus prie kito tikėtino persitvarkymo – greitos ir tvarios pažangos natūralių intelektų pažinimo srityje.

Ištisus dešimtmečius evoliuciniai psichologai darė didelį redukcionistinį nusikaltimą – stengėsi sukurti tokią mokslinę discipliną, kuri laipsniškai sukurtų išsivysčiusių universalių žmogaus proto / smegenų žemėlapį – kompiuterinį žmogaus genomo atitikmenį.

Evoliucinės psichologijos tikslas buvo sukurti išsamius visų išsivysčiusių programų, kurios visos kartu sudaro žmogaus prigimtį (apimančią pyktį, incesto vengimą, politines pažiūras, fizinio priežastingumo suvokimą, kaltės jausmą, grupių lenktyniavimą, koalicijų agresiją, statusą, seksualinį patrauklumą, reikšmingumo pateikimą, grobuonio ir aukos psichologiją ir t. t.), logikos tinklo žemėlapius. Kiekvienas iš jų yra intelektas, specializavęsis spręsti savo klasės pirmtakų problemas.

Ilgalaikis ambicingas tikslas yra sukurti žmogaus prigimties modelį, kuris būtų toks tikslus, kaip kokio nors roboto valdymo sistemų inžinerinės specifikacijos. Žinoma, ir teorija, ir turimi įrodymai rodo, kad žmogaus programavimas yra kur kas sudėtingesnis ir subtilesnis, negu bet kokio iš anksto numatyto roboto.

Tačiau kaip žmogaus prigimties žemėlapis galėtų radikaliai pakeisti dabartinę mūsų biologinės rūšies situaciją?

Žmonija bus priversta ir toliau aklai vergauti programoms, kurias evoliucija įdiegė į žmogaus smegenis, kol jas ištrauksime į dienos šviesą. Paprastai naudojamės tik tomis tikrovės versijomis, kurias jos spontaniškai kuria mums, taigi tik daiktų paviršiais. Kadangi nesuvokiame, jog esame teatre, kuriame mūsų vaidmenis ir elgseną daugiausia nustatė mūsų proto programos, patikliai įsitraukiame į tuos spektaklius (sakykim, genocidinė mūsų kovos su jais drama). Begalinė tarp tų programų vykstančių reakcijų grandinė daro mus istorijos aukomis, pasinėrusiomis į karus ir priespaudą, apimtomis masinių iliuzijų ir kultūrinių epidemijų, įklimpusiomis į begalinius niekam neatnešančius naudos konfliktus.

Jei suprastume tas programas ir koordinuotas haliucinacijas, kurias jos sukelia mūsų galvose, tai mes, kaip biologinė rūšis, galėtume išsivaduoti iš vaidmenų, kuriuos tos programos paskiria mums. Tačiau tai negalės įvykti, jei tos žinios (kvantinė mechanika) visą laiką pasiliks tik kelių specialistų galvose, jei jos bus atitvertos siena nuo kitų daugiamečių studijų, reikalingų joms įvaldyti.

Tai veda prie dar vieno su tuo susijusio pertvarkymo, kuris tą problemą galėtų išspręsti.

Suderintomis pastangomis galėtume sukurti metodus, kaip supratimą – intelektinį meistriškumą – būtų galima perteikti kitiems kur kas greičiau, pigiau ir efektyviau, negu tai darome dabar. Universitetai tebenaudoja viduramžiškus metodus (paskaitas) triukšmingai, kaip paklius ir tik iš dalies perteikti XXI a. disciplinoms. Jų perdavimas vienam žmogui užtrunka daug metų ir kainuoja kelis šimtus tūkstančių dolerių.

Tačiau o kas gi būtų, jei žmonės galėtų praleisti 4 mėnesius su specializuotu dirbtiniu intelektu? Ta visiško pasinėrimo į mokomąją discipliną, interaktyvaus bendravimo, panašaus kaip žaidžiant vaizdo žaidimus, patirtis leistų įgyti išsamų fizikos, medžiagų mokslo ar evoliucinės psichologijos supratimą. Norėdami tą pasiekti, turėtume keliose dešimtyse sričių integruoti technologines, mokslines ir pramogų pasaulio inovacijas: Holivudo postprodukcinius metodus, iš žaidimų kūrimo perimtus priverstinio dėmesio patraukimo būdus, kognityvinės veiklos tobulinimą specialiu maistu, mūsų sukurtų programų (ir joms suvokti reikalingų organų) skaičiaus didinimą, evoliucinės psichologijos požiūrį į pramogas, neuromokslo ugdomas smegenų sąsajas su kompiuteriais, turtingas virtualias aplinkas, trimačio vaizdo technologijas. Laikui bėgant, koncepcinis švietimas taps intensyvus, patrauklus, tvirtai įstringantis į atmintį ir dešimt kartų greitesnis.

Gutenbergiškas perversmas koncepcinio meistriškumo platinimo srityje pakeis viską, leis mūsų biologinei rūšiai pasiekti plačiai paplitusį mokslinį savęs supratimą. Galėsime atsikratyti nuo senovės mus lydinčių košmarų.

# KAIP IŠVENGTI PASAULIO PABAIGOS

## ALEXANDER VILENKIN

ALEKSANDRAS VILENKINAS yra fizikas, Taftso kosmologijos instituto direktorius, Taftso universiteto evoliucijos mokslų profesorius ir knygos „Daug pasaulių viename: kitų visatų paieška“ (*Many Worlds in One: The Search for Other Universes*) autorius.

Mūsų civilizacijos ilgalaikės perspektyvos čia, Žemėje, labai neaiškios. Mus gali sunaikinti susidūrimas su kokiu nors asteroidu ar netoli įvykęs supernovos sprogimas, galime susinaikinti ir patys, pradėję branduolinį ar bakteriologinį karą. Reikia galvoti, ne *ar* tokia katastrofa įvyks, o *kada* ji įvyks, ir vienintelis garantuotas būdas žmonėms ilgą laiką išlikti – išplisti už Žemės ribų ir kolonizuoti mūsų galaktiką. Tačiau atrodo, jog tikimybė, kad pavyks tą padaryti iki to laiko, kai būsime nušluoti kokios nors katastrofos, yra menka.

### PASAULIO PABAIGOS ARGUMENTAS

Nors tikimybė, kad kokia nors civilizacija atlaikys egzistencinius iššūkius ir kolonizuos savo visatą, yra menka, bet ji ne nulinė, ir plačiojoje visatoje tokių civilizacijų tikrai turėtų būti. Jas pavadinkime didelėmis civilizacijomis. Yra ir mažų civilizacijų, tik jos išmiršta dar nespėjusios išplisti bent kiek toliau už savo gimtųjų planetų ribų.

Norėdami pasiginčyti, sakykime, kad mažos civilizacijos neužauga daug didesnės už mūsų civilizacijas ir žūsta netrukus po to, kai pasiekia savo didžiausią dydį. Bendrasis gyventojų, gyvenusių tokioje civilizacijoje per visą jos istoriją, skaičius tada bus maždaug toks kaip Žemėje per visą jos istoriją gyvenusių žmonių skaičius, taigi apie 400 milijardų, arba 60 kartų daugiau už dabartinį mūsų planetos gyventojų skaičių.

Didelėse civilizacijose individų yra kur kas daugiau. Tokioje galaktikoje, kaip mūsiškė, yra apie 200 mlrd. žvaigždžių. Nežinome, kokia dalis jų turi planetas, tinkamas kolonizuoti, bet net jei gan konservatyviai manysime, kad tik 0,005 proc., tai vis tiek tada galaktikoje bus apie 10 mln. tinkamų gyventi planetų.

Darydami prielaidą, kad kiekvienoje iš jų gyventojų skaičius pasieks Žemės gyventojų skaičių, tai gausime 4 mln. trilijonų individų. (Kad būtų aiškiau, kalbame tik apie civilizacijas, panašias į mūsiškę, nekreipdami dėmesio į planetas, kuriose gyvena mažos žalios spalvos būtybės po tūkstantį kvadratiniame colyje.) Tie skaičiai gali būti kur kas didesni, jei tokia civilizacija išplis toli už savo galaktikos ribų. Svarbiausias klausimas yra toks: kokia tikimybė, kad kokia nors civilizacija taps didelė?

Reikia 10 mln. (ar dar daugiau) mažų civilizacijų, kad individų jose būtų tiek, kiek vienoje didelėje civilizacijoje. Taigi jei ta tikimybė nebus baisiai maža (mažesnė už vieną dešimtyje milijonų), tai individai gyvens daugiausia didelėmis civilizacijomis. Kaip tik ten turėtume tikėtis atsirasti, jei būtume tipiški visatos gyventojai. Be to, reikėtų tikėtis, kad tipiška didelė civilizacija egzistuos tuo metu, kai ji bus arti savo didžiausio dydžio, nes kaip tik tada gyvens daugiausia jos gyventojų.

Tokie lūkesčiai ryškiai neatitinka esamos padėties. Mes gyvename arba mažoje civilizacijoje, arba pačioje didelės civilizacijos pradžioje. Jei darysime prielaidą, kad tikimybė nėra labai maža, abu šie variantai bus mažai tikėtini; tai rodo, jog tokia prielaida greičiausiai yra neteisinga. Jei iš tikrųjų esame tipiški stebėtojai mūsų visatoje, tai turėsime pripažinti, jog tikimybė civilizacijai išlikti gana ilgai, kad ji taptų didelė, yra labai menka. Mūsų pavyzdyje ji negali būti daug didesnė už vieną dešimtyje milijonų.

Tai ir yra liūdnai pagarsėjęs „pasaulio pabaigos" argumentas. Jį pirmasis pasiūlė fizikas teoretikas Brandonas Karteris (*Brandon Carter*) maždaug prieš 35 metus. Jis sukėlė daug karštų ginčų ir dažnai buvo neteisingai interpretuojamas.

## NEĮTIKIMUMO ĮVEIKIMAS

Pasaulio pabaigos argumentas yra statistinio pobūdžio. Jis nepateikia jokių prognozių apie mūsų civilizacijos ateitį. Jis tik teigia, jog šansai, kad kokia nors civilizacija taps didelė, yra labai menki. Kartu vienai kitai civilizacijai vis dėlto pavyksta įveikti neįtikimumą.

Kuo tos išskirtinės civilizacijos skiriasi nuo kitų? Be tiesiog palankaus likimo, daugiau šansų išlikti ilgą laiką turi tos civilizacijos, kurios didelę savo išteklių dalį skiria kosmosui kolonizuoti, kolonizavimą pradeda anksti ir jį pradėjusios nebesustoja. Turint daug kitų įvairių ir neatidėliotinų poreikių, įgyvendinti šią strategiją gali būti sunku. Tai gali būti viena iš priežasčių, kodėl didelės civilizacijos tokios retos. O ir apskritai jokių garantijų, kad pasiseks, nėra. Tik kai kolonizavimas kaip reikiant įsibėgėja, ir kai naujų kolonijų skaičius auga greičiau už žūstančių kolonijų skaičių, galima švęsti pergalę. Bet jei kada nors pasieksime tokią mūsų galaktikos kolonizavimo stadiją, tai iš tikrųjų bus mūsų civilizacijos istorijos persilaužimo momentas.

## KUR JIE YRA?

Reikia užduoti dar vieną klausimą: kodėl mūsų galaktika dar nekolonizuota? Mūsų galaktikoje yra žvaigždžių, keliais milijardais metų senesnių už Saulę, o visai galaktikai kolonizuoti turėtų pakakti kur kas mažiau kaip milijardo metų. Taigi susiduriame su garsiuoju Enriko Fermio (*Enrico Fermi*) klausimu: „Kur jie?“

Mano nuomone, labiausiai tikėtina, kad galime būti vienintelė intelektuali civilizacija ne tik mūsų galaktikoje, bet ir visoje regimoje visatoje. Mūsų kosminio horizonto riba yra tas atstumas, kurį šviesa įveikė nuo Didžiojo sprogimo. Jis nustato absoliučią ribą kosmosui kolonizuoti, nes jokia civilizacija negali plėstis greičiu, didesniu už šviesos greitį. Tarp to mūsų horizonto ribų yra daug tinkamų gyventi planetų, tik ar iš tikrųjų jos yra apgyventos?

Gyvybės ir intelekto evoliucijai reikia kai kurių be galo mažai tikėtinų įvykių. Teoriniai skaičiavimai (tenka pripažinti – gan hipotetiniai) perša mintį: jų tikimybė tokia maža, kad artimiausia planeta su protingomis gyvybės formomis gali būti toli už horizonto.

Jei iš tikrųjų taip ir yra, tai tada mums priklauso tikrai didelis visatos gabalas – 90 mlrd. šviesmečių skersmens. Jei peržengtume slenkstį ir taptume kosmosą kolonizuojančia civilizacija, tai iš tikrųjų pakeistų viską. Tai reikštų skirtumą tarp trumpalaikių civilizacijų, kurios tai atsiranda, tai išnyksta, ir tokios civilizacijos, kuri būtų išplitusi didžiojoje regimos visatos dalyje ir galbūt ją keistų.

# KAIP IŠTRŪKTI IŠ GRAVITACIJOS DUOBĖS

## DAVID DALRYMPLE

DEIVIDAS DALRIMPLIS yra Masačusetso technologijos instituto Medijų laboratorijos darbuotojas ir Bitų ir atomų centro studentas.

Kadangi man dar tik septyniolika metų, tai klausti, ko savo gyvenime tikiuosi sulaukti, vadinasi, užmesti ilgą platų tinklą.

Kai žiūriu toli į ateitį, man atrodo, kad naudinga save įsivaizduoti kaip mokslininką, tik ne žmogų, o kokį nors ateivį iš kosmoso, dievą ar dar kokią nors būtybę su šiuolaikiniu matematikos ir fizikos supratimu, bet neturinčią įgimto žmonių kultūros ar kalbos supratimo ir jas suprantančią tik tiek, kiek galima suprasti stebint iš aukštai, kas čia vyksta. Svarbu, kad tokia būtybė žiūrėtų į pasaulį, stengdamasi suvokti tai, kas jame svarbiausia: jai būtų nesvarbu, kas ką daro, kaip stebimieji vadina vieni kitus, kiek jie turi pirštų, o rūpėtų, kiek tų stebimųjų yra, ar jie išgyvens ir kur jie vyks.

Žvelgiant iš tokios perspektyvos, krinta į akis keli dalykai. Mes savo planetos išteklius eikvojame greičiau, nei juos galima papildyti. Didžioji ją pasiekiančios saulės energijos dalis yra atspindima atgal į kosmosą, o ne panaudojama. Kas minutę mūsų vis daugėja, ir neatrodo, kad gebėtume efektyviai lėtinti mūsų skaičiaus augimą, nepaisant gyventojų pertekliaus ir išteklių stygiaus.

Mums sunku palaikyti trapią pusiausvyrą tarp aplinkos sąlygų, kurios pradėjo blogėti nuo tada, kai pradėjome išgauti angliavandenilius iš Žemės

plutos ir deginti juos, išleisdami degimo produktus į atmosferą. Atrodo, yra didelė tikimybė, kad ta pusiausvyra ateinančiame šimtmetyje katastrofiškai sutriks, jei tik iki to laiko nesuvartosime visų angliavandenilių.

Mes paleidome į kosmosą be galo daug mažų specialios paskirties objektų; kai kurie iš jų mums perdavė labai svarbios informacijos. Trumpą laikotarpį (tuo metu, kai atrodė, jog sunaikinsime savo planetą tyčiniais branduoliniais sprogdinimais ir gal prisireiks neatidėliotinos evakuacijos) leidome į kosmosą gyvus žmones, bet jie nuvyko tik iki natūralaus mūsų planetos palydovo, neištrūkdami už Žemės orbitos ribų ir, be abejo, sugrįždami į jos atmosferą. Čia turėčiau pridurti, kad neketinu rodyti jokios nepagarbos *Apollo* programos pasiekimams; tiesą sakant, manau – tie pasiekimai yra vieni iš didžiausių žmonijos pasiekimų (kol kas!).

Tačiau kad mūsų civilizacija galėtų plėstis (tą ji ir darys, jei tik nežlugs), turi ištrūkti iš tos mažytės gravitacijos duobės, kurioje yra įstrigusi. Man visiškai neaišku, kaip tai įvyks: gal žmonės ieškos panašių į save būtybių, gal pabėgsime į aplink Saulę besisukančias kosmines stotis ar kolonijas kitose planetose, tačiau jei plėsimės, tai turėsime plėstis už Žemės ribų. Net jei gamtosaugos entuziastams pavyktų sukurti tvarią Žemės kultūrą, grindžiamą ekologišku žemės ūkiu ir saulės energija, ji bus tvari tik su sąlyga, kad apribosime savo reprodukciją, bet aš manau, kad didžioji šiuolaikinės visuomenės dalis tam nepritars.

Visą laiką ne tik žmonės, bet ir visi gyvūnai siekė daugintis ir užkariauti, kolonizuoti naujas sritis. Žmonės unikalūs tik savo potenciniu gebėjimu kolonizuoti *visas* sritis – prisitaikyti prie naujos aplinkos ar naują aplinką pritaikyti prie savo poreikių. Nors mūsų planetos atmosferos su jos organine įvairove chaosas yra puikus ir efektyvus gyvybės lopšys, tai ne vieta naujai žmonių ir mašinų civilizacijai.

Tikiuosi, kai kuriomis priemonėmis – genų inžinerija, medicinine technologija, smegenų skenavimu ar kokiais nors dar fantastiškesniais dalykais – žmonės ilgainiui sutrumpins savo mitybos grandinę, prisitaikydami prie labiau tiesioginio žvaigždžių energijos naudojimo. Galbūt žmones genetiškai modifikuosime taip, kad jie tiesiogiai užsiimtų fotosinteze, implantuosime į juos įtaisus, kurie visas būtiniausias chemines reakcijas aprūpins energija elektriniu būdu, arba savo žinias nuskenuosime į saulės energija maitinamus kom-

piuterinius įtaisus. Ir šiuo atveju prognozuoti detales yra sunku, bet manau, kad bus rastas koks nors būdas žengti į priekį.

Tačiau čia jau lenkiu pats save, todėl grįžkime į dabartį. Kyla naujas susidomėjimas kosminių technologijų plėtojimu, tik tuo, ne taip kaip praeityje, vis daugiau užsiima privačios kompanijos. Daugelis į tai žiūri kaip į absurdišką labai turtingų žmonių atostogavimo būdą arba geriausiu atveju kaip į nieko gero nežadančias avantiūras išgauti kurą Mėnulyje ir elektromagnetiniais sviedinių leidikliais (*rail gun*) jį siųsti į Žemę.

Manau, tokie tyrimai yra be galo svarbūs: kad ir kokie trumpalaikiai pretekstai būtų naudojami jų finansavimui užtikrinti, ilgalaikėje perspektyvoje jie yra nepaprastai svarbūs mūsų civilizacijos plėtrai. Taip pat nemanau, kad reikėtų atsisakyti aplinkosaugos ir nesiekti tvarumo, o tiesiog keltis į naują planetą.

Šio principo svarba didės mums plečiant savo valdas, ypač jei kiekvienoje naujoje vietoje ištekliai bus dar labiau riboti, o ryšys su gimtąja planeta dar silpnesnis. Jei tik Žemę įmanoma išgelbėti, tai ją reikėtų laikyti neįkainojama kultūrine vertybe, kurią reikėtų išsaugoti kuo ilgiau.

Ne taip, kaip kai kurie kiti, aš be didelio optimizmo žiūriu į tarpžvaigždines keliones (tikrai nesitikiu, kad jos jau šiame šimtmetyje taps praktiškai įgyvendinamos), tačiau kur kas optimistiškiau vertinu žmonių civilizacijos gebėjimą prisitaikyti ir išgyventi ir neturint tiksliai tokių sąlygų, kurios buvo būtinos jos evoliucijai. Žmonėms (ar juos pakeisiančioms būtybėms) išgyventi Saulės orbitoje ar „nesvetingose“ planetose yra tiek daug galimų sprendimų, kad tikiuosi, jog rasime kokį nors būdą tą padaryti gerokai iki ilgų ar viršijančių šviesos greitį kelionių į tolimas žvaigždžių sistemas. Atvirai kalbant, tikiuosi to sulaukti dar savo gyvenime. Tačiau ateis laikas, kai „pabėgimas iš gravitacijos duobės“ reikš ištrūkimą ne iš Žemės, o iš mūsų žvaigždės gravitacijos, ir tada žmonijos erdvėlaivis galų gale... išlėks.

# TARPPLANETINĖ SINTETINĖ BIOLOGIJA

## DIMITAR SASSELOV

DIMITARAS SASELOVAS yra Harvardo universiteto astrofizikas.

Astrofizikui „viskas“ yra visata. Ką galėtume padaryti tam „viskam“ pakeisti? Žmonės mėgsta kartoti, kad mokslo idėja pakeitė pasaulį, kai Kopernikas pasiūlė, jog mūsų pasaulio centre yra Saulė, o ne Žemė. Interneto išradimą žmonės laiko įvykiu, pakeitusiu pasaulį. Šį sąrašą galima tęsti ir tęsti – jis ilgas.

Bet kokį „pasaulį“ šios idėjos pakeitė? Na taip, jos visos priklauso mums, *Homo sapiens*, neseniai atsiradusiai gyvybės medžio šakai. To medžio šaknys yra biochemijoje, o jis pats kažkokiu būdu prieš 4 mlrd. metų išdygo Žemės planetoje. Taip, tas *Homo sapiens* sukūrė nuostabių dalykų: lėktuvus, antibiotikus, telefonus, kompiuterius, tik nė vienas iš jų nepakeitė žvaigždžių orbitų.

Taip buvo iki šiol. Tačiau yra žaidimą keičianti mokslo plėtros kryptis, pranokstanti viską, kas lig šiol buvo žmonijos istorijoje. Ji jau veikia ir netgi turi savo pavadinimą: tai sintetinė biologija. Žmonės šiuo pavadinimu vadina skirtingus dalykus. Dažniausiai ši sąvoka redukuojama iki sintetinės genomikos, kai organizmų genomai pertvarkomi taip, kad tie organizmai pradėtų veikti kitaip. Pavyzdžiui, tai mikroorganizmai, gaminantys kurą ar farmacijos produktus.

Mano nuomone, sintetinė biologija kuria naujus gyvybės medžius, o ne tik naujas jau esančio medžio šakas. Man atrodo, sintetinė biologija kuria

alternatyvią biochemiją, „sodina“ alternatyvų medelį, kuris tada jau augs pats savaime. Toje alternatyvoje gyvybė yra ne mažiau natūrali, kaip ir visos kitos mums žinomos jos formos. Leisiu kitiems tą aprašyti ir paaiškinti, kaip jie tą darys. Neabejoju tik tuo, kad sintezę biologai naudos taip pat, kaip ją šiandien naudoja chemikai – rutinininiu būdu.

Tačiau tai juk ne viskas! Sintetinė biologija apima ir tarpplanetinę erdvę, ir tai padarys ją nauju reiškiniu mums žinomoje kosmoso dalyje. Gyvybė yra planetinis reiškinys, galintis pakeisti pačią planetą. Atrodo, sintetinės biologijos atsiradimas yra gyvybės evoliucijos etapas, kai ji gali palikti pagrindinę planetą, prisitaikyti prie kitų aplinkų ir turėti potencialių galimybių transformuoti kitas planetas, o galiausiai ir visą galaktiką.

# GYVYBĖ (ARBA JOS NEBUVIMAS) MARSE

## RODNEY BROOKS

RODNIS BRUKSAS yra Masačusetso technologijos instituto robotikos profesorius, vienas iš *iRobot Corp*. kompanijos įkūrėjų, *Heartland Robotics* kompanijos vyriausiasis technologas ir valdybos pirmininkas bei knygos „Žmonės ir mašinos: kaip robotai pakeis mus“ (*Flesh and Machines: How Robots Will Change Us*) autorius.

Nė kiek neabejoju, kad aš dar sulauksiu galutinio atsakymo į vieną klausimą, kuris, turint mažai duomenų, aptarinėjamas jau šimtus metų. Atsakymas į klausimą, ar yra gyvybė Marse, duos nulinį rezultatą, jei jis bus neigiamas, arba giliai paveiks mokslą (greičiausiai ir filosofiją bei religiją), jei bus teigiamas.

XX a. dešimtajame dešimtmetyje *NASA* administratorius Danas Goldinas (*Dan Goldin*) teisingai samprotavo, kad didžiausias įmanomas teigiamas pasiekimas viešųjų ryšių srityje jo agentūrai (kartu ir jos finansavimui tęsti) būtų jos atliktas nenuginčijamų įrodymų apie gyvybės buvimą kitose visatos vietose suradimas. Vienas iš tokios nuomonės padarinių yra vos ne kas savaitę atrandamos vis naujos planetos, besisukančios aplink arčiausiai mūsų esančias žvaigždes.

Jei gyvybė egzistuoja ir už mūsų Saulės sistemos ribų, tai ji greičiausiai egzistuoja planetose, todėl, ieškodami tiesioginių gyvybės įrodymų, pirmiausia

turime ieškoti planetų. Mes darėme išvadas apie labai didelių planetų buvimą, kruopščiai matuodami mažyčius žvaigždžių judėjimo sutrikimus. Vėliau pavyko aptikti ir mažesnių planetų, matuojant žvaigždžių užtemdymus, kai tos planetos judėdamos atsiduria tarp tos žvaigždės ir Žemės. Kaip tik paskutiniais 2008 m. mėnesiais buvo gauti pirmieji tiesioginiai planetų, besisukančių aplink kitas žvaigždes, vaizdai.

*NASA* turėjo ambicingą programą – Hablo (*Hubble*) ir Špicerio (*Spitzer*) kosminiais teleskopais ir žemiškų planetų ieškikliu (*Terrestrial Planet Finder*) (jį buvo planuojama paleisti 2016 m.) gauti už Saulės sistemos ribų esančių planetų vis didėjančios skiriamosios gebos vaizdus ir jose ieškoti panašių kaip Žemėje aiškių cheminių gyvybės formų didelio masto biocheminės veiklos padarinių.

Jei tie mėginimai iš tikrųjų atskleistų gyvybės buvimą ir kitur, tas smarkiai pakeistų mūsų požiūrį į gyvybę ir, be abejo, skatintų daug kūrybiškesnį mąstymą, kuris vestų prie naujo mokslo apie Žemėje esančią gyvybės versiją. Tačiau prireiks dar labai daug laiko, kol pajėgsime pakankamai detaliai atskleisti svarbias tos tolimos gyvybės detales ir nustatyti, kuo jos panašios ir kuo skiriasi nuo gyvybės Žemėje.

Antrasis Goldino paveldas susijęs su daug arčiau mūsų esančia gyvybe. *NASA* turi stiprią Marso paviršiaus tiesioginio tyrimo programą (nors jai šiuo metu yra iškilęs tam tikras pavojus). Mes ten dar neradome tiesioginių gyvybės įrodymų, bet nematome reikalo ir smarkiai sumažinti jos buvimo galimybę. Taip pat labai sparčiai gausiname žinias apie galimas gyvybės buvimo vietas šioje planetoje.

Štai kaip tik paskutiniais 2008 m. mėnesiais Marse aptikome didelius ledynus, pridengtus tik plonu grunto sluoksniu. Turime kur kas daugiau įdomių Marso vietų, tirtinų gyvybės buvimo jose požiūriu, negu pajėgsime nusiųsti zondų per keletą ateinančių metų. Jei Marse aptiksime gyvybę (gyvą ar jau išnykusią), tai galima neabejoti, kad tada į jį viena po kitos bus siunčiamos misijos kuo detaliau ištirti tą gyvybę ar jos liekanas.

Yra daug versijų, kaip ta Marso gyvybė galėtų atrodyti, tik neaišku, ar ji ten atsirado nepriklausomai nuo gyvybės Žemėje, o gal buvo tik pernešta iš vienos planetos į kitą – tada jos kilmė abiejose planetose būtų viena ir ta pati.

Vienas kraštutinumas būtų toks, kad gyvybė Marse irgi gali remtis DNR, jos aminorūgščių kodavimo sistema gali būti tiksliai tokia, kokią naudoja visa

Žemėje esanti gyvybė. Tačiau ji gali atrodyti ir kaip gyvybės Žemėje pirmtakė su atitinkama to pirmtako kodavimo sistema. Tai gali būti RNR ar net PBR (peptidine branduoline rūgštimi) besiremianti gyvybės forma. Bet kuris iš šių rezultatų labai padėtų suprasti, kaip gyvybė atsirado iš negyvos medžiagos, ir kur tai atsitiko – Marse ar Žemėje.

Kitas galimas atradimas būtų viena iš šių gyvybės formų su kitokiu, gal net nesuderinamu, žinomų aminorūgščių kodavimu. Tai būtų kur kas radikalesnis rezultatas. Jis pasakytų du dalykus – kad gyvybė atsirado du kartus, spontaniškai ir atskirai dviejose gretimose planetose vienoje labai mažoje Saulės sistemoje. Tokiu atveju visata turėtų būti pilna gyvybės. Negana to, toks atradimas įrodytų, kad galimų biochemijos variantų laukas yra gan siauras, ir tai savo ruožtu iš karto paaiškintų apie tas kitas ten esančias gyvybės formas. Mes taip pat tada galėtume įsivaizduoti tikėtinas vietas, kuriose reikėtų ieškoti stengiantis laboratorijoje susintetinti naujas gyvybės formas.

Labiausiai išplečiantis mąstymą rezultatas būtų gautas tuo atveju, jei Marse rasta gyvybė apskritai nesiremtų tokia genetinio kodavimo schema, kai ilgos purino bazių grandinės dekoduojamos tripletais, siekiant atrinkti tokią aminorūgštį, kurią reikia prijungti prie kuriamo proteino. Tai padarytų biologijos galimybių supratimo perversmą ir duotų visiškai kitokią tirtiną formą. Tai išplėstų galimybes, kas biologijoje turi būti pastovu, nekintama, o kuo galima manipuliuoti ir ką leistina pertvarkyti. Dėl to visiškai pasikeistų savęs ir mūsų visatos supratimas.

# INDIVIDUALI GYVYBĖS KILMĖ

## ROBERT SHAPIRO

ROBERTAS ŠAPIRAS yra Niujorko universiteto chemijos profesorius emeritas ir vyresnysis mokslo darbuotojas bei knygos „Planetinės svajonės: gyvybės už Žemės ribų paieškos“ (*Planetary Dreams: The Quest to Discover Life Beyond Earth*) autorius.

Įrodymų, kurių mums reikia, galime rasti šaltuose angliavandenilių ežeruose Saturno palydove Titane. O gal pavyks jų rasti ieškant metano šiltųjų taškų šaltinių Marse giliai po jo paviršiumi. Tačiau gali būti lengviau nuodugniai ištirti vandens garus ir ledą, išsiveržiančius iš „tigro dryžių“ plyšių netoli kito Saturno palydovo Encelado pietų poliaus. Vis dėlto būtų pigiausia tirti arčiau namų – atokiose Žemės vietose, kuriose labai karšta, kur aplinka labai rūgšti arba kur nėra kai kurių gyvybiškai svarbių maisto medžiagų ir todėl ten jokia gyvybė net nemėgins įsitvirtinti. Jau sukaupta gausybė daug žadančios informacijos, ir atrodo, kad tik mūsų abejingumas ir per menkas finansavimas trukdo laimėti nugalėtojo prizą.

Tas prizas šiuo atveju bus tikrai nežemiškos gyvybės pavyzdys. Nepaisant didžiulio aprašymų bulvariniuose mokslinės fantastikos žurnaluose bagažo ir brangios Holivudo produkcijos, ateiviai iš kosmoso nebūtinai turi būti žali žmogučiai ar grėsmingos pabaisos didelėmis iltimis. Tam vaidmeniui kuo puikiausiai tiks ir kuklūs mikrobai, kuriuos *The New York Times* laikraštis atmeta kaip „dušo putas“, jei tik jie atitiks vieną svarbų reikalavimą – skirsis nuo mūsų biocheminiame lygmenyje, kad būtų aišku, jog jie atsirado ir vystėsi

savarankiškai. Dvi atskiros gyvybės kilmės toje pačioje Saulės sistemoje leistų manyti, kad mūsų visata išmarginta gyvybės.

Kodėl šitoks atradimas pakeistų viską? Juk nuo to nepadaugėtų maisto ant mūsų pietų stalo, nesutrumpėtų ir kelias į darbovietę bei atgal. Pasikeistų tik tai, kaip suvokiame visatą ir savo vietą joje. Sužinotume, kad gyvybė, kaip ir menas, gali įgyti daug pavidalų ir būti kuriama daugybe būdų, ir kad atrodo, jog gyvename visatoje, skirtoje tokiai įvairovei skatinti.

Beje, visada supratome, kad gyvybės formų yra labai įvairių dydžių ir pavidalų: tai ir bakterijos, ir banginiai, ir aštuonkojai, ir šimtakojai. Tačiau visada laikėme savaime suprantamu dalyku, kad jos visos yra iš vienos ir tos pačios medžiagos. Jei jos buvo nuožmios, laukinės, tai galėjo mus praryti, o jei prijaukintos – mes patys galėjome jas naudoti maistui.

Šitokie vaizdiniai apie ateivius iš kosmoso įsigalėjo ir grožinėje literatūroje, mituose ir mūsų galvose. H. Velso (*H. G. Wells*) romane „Pasaulių karas“ (*War of the Worlds*) ateiviai iš Marso galų gale neatlaiko užsikrėtimo Žemės mikrobais. Būtybės iš filmų ciklo „Svetimi“ (*Aliens*) įsiveisia pačiuose žmonėse, minta jų kūno medžiagomis. Žmonės gali ir seksualiai bendrauti su atvykėliais skraidančiose lėkštėse, panašiai kaip tai darė dievai senovės Graikijoje.

Tokie dalykai būtų mažai ką nustebinę XIX a., kai buvo manoma, jog svarbiausia gyvybės medžiaga yra gyvybiškai svarbi gelio pavidalo protoplazma, kuri visur turėtų būti tokia pati. Dabar jau žinome, kad pagrindinė gyvybės struktūra yra daug sudėtingesnė, tačiau visos žinomos gyvybės formos naudoja tas pačias statybines medžiagas – nukleorūgštis, baltymus, angliavandenius ir riebalines medžiagas.

Kai kurie mokslininkai mano, jog tai galioja ir gyvybei iš kosmoso. Čia galima pacituoti Nobelio premijos laureatą Džordžą Voldą (*George Wald*): „Sakau savo studentams: „Mokykitės biochemijos čia, nes tada galėsite išlaikyti egzaminus kad ir Arktūro žvaigždėje.“ Toks požiūris šiandien turi ir praktinių pasekmių. Siūlymuose ką siųsti į Marsą ar kitur minimi antikūnai, zondai ir kitokie metodai, skirti molekulėms, panašioms į šiuo metu esančias Žemėje, aptikti. Jei mikrobai, kuriuos aptikome kaimyniniame pasaulyje, atkeliavo iš Žemės meteorito viduje, tai tokia išvada būtų tikėtina. Juos nagrinėdami, galėtume sužinoti daug naujo apie ankstyvąsias Žemės gyvybės evoliucijos stadi-

jas ir apie Žemės gyvybės gebėjimą prisitaikyti prie labai įvairių aplinkų. Tokia informacija būtų vertinga, bet ji nepakeistų visko.

Bet jei atskleistume atskirą gyvybės kilmę, laimėtume pagrindinį prizą. Ta gyvybės forma būtų tikrai iš kitokios medžiagos. Biochemikams būtų labai įdomu sužinoti, kaip tokia gyvybės atmaina kaupia energiją, kaip saugo informaciją, kaip galima vykdyti katalizę kitokiomis medžiagomis nei tos, kurias naudoja mums žinomos gyvybės formos. Biologijos laukas labai praturtėtų, ta naujoji informacija galėtų paskatinti daugybę naujų techninių inovacijų, tačiau net ir tai nepakeistų visko. Labiausiai pasikeistų tai, kaip mes žiūrime į savo egzistenciją ir kaip planuojame savo ateitį.

Atrodo, norint justi stabilumą ir pasitenkinimą, daugumai žmonių reikia naratyvo, suteikiančio jų gyvenimui prasmę ir tikslą. Daugelyje religijų žmonių elgesį nulemia jų likimas po mirties. Didžiojoje daiktų sistemoje žmogaus veiksmams priskiriamas lemiamas vaidmuo. Iki revoliucinio Koperniko perversmo Žemė natūraliai buvo laikoma svarbiausia egzistencijos teatro scena. Parinkus tinkamas dekoracijas, visi dangaus kūnai buvo išdėlioti virš mūsų besisukančiose sferose. Dabar jau žinome, kad mūsų žemiškasis pasaulis yra tik mažytė milžiniškos planetų, žvaigždžių ir galaktikų sistemos dalelė. Mūsų biologinės rūšies egzistavimas apima tik nedidelę nuo Didžiojo sprogimo praėjusio laiko dalį, o dar daugiau jo laukia ateityje. Žaidimo aikštė labai išsiplėtė.

Tradicinės religijos dažniausiai ignoravo tą didžiulį kosmoso sistemos mastą ir iš esmės laikėsi iki Koperniko viešpatavusio požiūrio į egzistenciją. Taip darydamos, jos savo naratyvus redukavo iki liaudies pasakų, kurių aktualumas šiandien toks, kaip Aristotelio laikų mokslo. Ir priešingai, kai kurie žymūs mokslininkai, Nobelio premijos laureatai, visatą laikė beprasme ir betiksle, sakydami, kad mūsų gyvybė yra tik atsitiktinė anomalija, kuri anksčiau ar vėliau išnyks.

Visa laimė, kad yra ir kitokia interpretacija, kuri visiškai suderinama su mokslu, nors ir išeina už jo ribų. Erikas Šesonas (*Eric Chaisson*), Polis Deivis (*Paul Davies*) ir kiti aprašė požiūrį, kuris dažnai vadinamas kosmine evoliucija. Einantis vienas po kito galaktikų, žvaigždžių, planetų, atomų ir molekulių, gyvybės ir intelekto atsiradimas yra laikomas užprogramuotu tuose dėsniuose, kurie valdo mūsų visatą nuo pat Didžiojo sprogimo. Jei daugelis svarbiausių konstantų, esančių tuose dėsniuose, būtų nors kiek kitokios, tokia įvykių seka

nebūtų įmanoma. Nežinia dėl kokios priežasties, bet, tariant P. Deivio žodžiais, mūsų visata yra draugiška gyvybei.

Jei mūsų Saulės sistemoje būtų aptikta nepriklausomai atsiradusi gyvybė, tokio požiūrio tikimybė nepaprastai padidėtų. Tada galėtume save laikyti aktyviais didžiulių kosminių varžybų dalyviais. Tose varžybose norint iki galo išnaudoti savo galimybes, reikia visos turimos erdvės ir laiko. Kad šiame žaidime judėtume į priekį ir galų gale suvoktume jo esmę, turime išgyventi, klestėti, vystytis, kol pasieksime kitą pakopą, ir plėstis tolyn į visatą. Bet kokiomis aplinkybėmis tai nemenki tikslai. Išvaduodamas žmoniją iš pasirinkimo – atgyvenusios dogmos ar nesilpnėjantis pesimizmas – šis atradimas galų gale turėtų pakeisti viską.

# ŠEŠĖLINĖ BIOSFERA

## PAUL DAVIES

POLAS DEIVIS yra Arizonos valstybinio universiteto fizikas, Svarbiausių mokslo koncepcijų centro (*Beyond: The Center for Fundamental Concepts in Science*) direktorius ir knygos „Pagrindinis kosmoso prizas: kodėl mūsų visata tinkama gyvybei“ (*Cosmic Jackpot: Why Our Universe Is Just Right for Life*) autorius.

Prieš 150 metų Č. Darvinas sukūrė įtikinamą teoriją, kaip gyvybė per milijardus metų nuo primityvių mikroorganizmų išsivystė iki tokios turtingos ir įvairios biosferos, kokią matome šiandien. Tačiau tyčia nesiėmė klausimo, kaip ji atsirado. „Lygiai taip pat galima spėlioti ir kaip atsirado medžiaga“, – šmaikštavo laiške draugui.

Tačiau kur ir kada gyvybė atsirado, tebėra viena iš didžiausių dar neišspręstų mokslo problemų. Net jei netolimoje ateityje ir pavyks sukurti gyvybę laboratorijoje, tai vis tiek nepaaiškins, kaip Motulė Gamta sugebėjo tą padaryti be brangios įrangos, kvalifikuotų biochemikų ir – svarbiausia – be iš anksto užsibrėžto tikslo ją sukurti. Tačiau galbūt esame pajėgūs atsakyti į bendresnio pobūdžio klausimą: kaip gyvybė atsirado – tik kartą ar daug kartų.

Astrobiologijos tyrimų objektas remiasi prielaida ir lūkesčiais, kad gyvybė lengvai atsiranda, kai tik susidaro sąlygos, panašios į esančias Žemėje, todėl greičiausiai ji plačiai paplitusi visatoje. Prielaida, kad, pirmai progai pasitaikius, gyvybė būtinai atsiras, kartais vadinama biologiniu determinizmu.

Deja, žinomuose fizikos ir chemijos dėsniuose nėra nieko tokio, kas medžiagos, kurią laikome „gyva“, būseną verstų laikyti išskirtine, kokiu nors atžvilgiu pranašesne už kitas. Nežinome jokio dėsnio, kuris leistų medžiagai

greičiau tapti gyva. Jei iš tikrųjų aptiksime gyvybę kitoje planetoje ir galėsime būti tikri, kad ji ten prasidėjo nuo nulio, visai nepriklausomai nuo gyvybės Žemėje, tai tas biologinis determinizmas bus apgintas. Tačiau kai *NASA* mažina savo veiklos mastus, nežemiškosios gyvybės paieškos beveik sustojo.

Bet yra lengvas būdas tą biologinį determinizmą patikrinti čia ir dabar. Jokia planeta nėra panašesnė į Žemę už ją pačią, todėl biologinis determinizmas prognozuoja, kad gyvybė turėjo prasidėti daug kartų mūsų pačių planetoje. Jei taip, tai tada iškyla labai įdomus klausimas, ar Žemės biosferoje gali gyventi daugiau kaip viena gyvybės forma. Biologai yra įsitikinę, kad visos žinomos biologinės rūšys priklauso tam pačiam gyvybės medžiui ir yra vienos kilmės.

Tačiau beveik visą Žemės gyvybę sudaro mikrobai, bet tik labai maža mikrobų dalis yra apibūdinta, o ką jau kalbėti apie jų genomų ir vietos universaliame gyvybės medyje nustatymą. Vien tik pažvelgus į mikrobą, neįmanoma pasakyti, dėl ko jis yra gyvas – reikia ištirti jo vidų. Mikrobiologai tą daro metodais, kurie rūpestingai pritaikyti prie mums žinomų gyvybės formų. Tačiau tie metodai nebus veiksmingi tiriant alternatyvias gyvybės formas. Jei ieškosite žinomų, pažįstamų gyvybės formų, tai mažai tikėtina, kad aptiksite nepažįstamų.

Manau, yra didelė tikimybė, kad Žemė turi šešėlinę biosferą, sudarytą iš evoliucinių alternatyvios mikrobinės gyvybės produktų, priklausančių antrai genezės bangai. O gal ir trečiai, ketvirtai... Taip pat manau, kad tą šešėlinę biosferą greitai galėtume kuo puikiausiai surasti. Ekologiniu požiūriu ji gali būti atskirta, gali egzistuoti tik nišose, netinkančiose žinomoms gyvybės formoms dėl didelio karščio, šalčio, rūgštingumo ar kitų sąlygų jose. O gal žinomai biosferai jos netinkamos ne tik dėl to, bet ir dėl fizinių priežasčių.

Taigi iš tikrųjų mikrobai iš kosmoso gali būti čia pat, panosėje (o gal net ir nosyse). Tačiau yra tikimybė, kad to net nepastebėsime, ypač jei ta keista šešėlinė gyvybė yra palyginti negausi. Tačiau, vykdant tikslingą tų keistų, paslaptingų mikrobų ir juos medžiojančių keistų virusų paiešką, įmanoma, kad ta šešėlinė gyvybė bet kurią dieną gali būti surasta.

Kodėl tai pakeistų viską? Be didžiulių technologinių pritaikymo galimybių, kurias atneštų antrosios gyvybės formos turėjimas, šešėlinės biosferos atradimas įrodytų biologinį determinizmą ir patvirtintų: gyvybė iš tikrųjų plačiai išplitusi visatoje.

Manymas, kad gyvybė Žemėje prasidėjo du kartus, o kurioje nors kitoje panašioje į ją planetoje nė karto, yra mažai tikėtinas. O jei mūsų visatoje pilna gyvybės, tai iš karto labai padidėja ir tikimybė, kad kur nors visatoje yra ir protinga gyvybė. Tada sustiprėtų ir tikėjimas, kad atsakymas į didžiausią iš didžiųjų egzistencinių klausimų, ar šioje visatoje esame vieni, greičiausiai bus neigiamas.

# LABORATORINĖS ŽEMĖS KOLONIJOS

## JOHN GOTTMAN

DŽONAS GOTMANAS yra psichologas, Gotmano instituto įkūrėjas ir kartu su Julija Gotman (*Julie Gottman*) knygos „Kūdikiui gimus, būsime trise: šešių žingsnių planas, kaip išsaugoti vedybinius intymius santykius ir atgaivinti švelnius jausmus po kūdikio gimimo“ (*And Baby Makes Three: The Six-Step Plan for Preserving Marital Intimacy and Rekindling Romance After Baby Arrives*) autorius.

Technologijos pokyčių iš pradžių buvo mažai. 2007 m. buvo sukurtas teleskopas, pajėgiantis ieškoti planetų Paukščių Take iki 100 šviesmečių nuo Žemės. Kitas to teleskopo variantas, pradėtas naudoti 2008 m., planetoms pamatyti jau nebeturėjo blokuoti jų žvaigždžių šviesos: juo buvo galima tiesiogiai matyti arčiausiai prie tų žvaigždžių esančių planetų atspindėtą šviesą. Tai leido daryti spektroskopinę atspindėtos šviesos analizę ir ieškoti mėlynų planetų, tokių kaip Žemė. Per 10 metų buvo aptikta 100 panašių į Žemę planetų, esančių ne toliau kaip už 100 šviesmečių nuo Žemės. Per kitus 2 šimtmečius šis skaičius padidėjo iki 50 000 mėlynų planetų.

Per kitus 2 šimtmečius buvo pradėtos spręsti iš pažiūros neišsprendžiamos techninės kosminių kelionių problemos. Kolonizuotas Mėnulis, Jupiterio palydovas Europa ir Marsas. Sukurtos technologijos, kaip planetas daryti panašias į Žemę. Buvo išspręstos saulės burėms reikalingos plėvelės problemos. Per pora metų suprojektuoti erdvėlaiviai, galintys išvystyti greitį, siekiantį iki 85 proc. šviesos greičio, jų greitinimui naudojant žvaigždžių šviesą ir net tuš-

čios kosminės erdvės energiją. Pasiūlyta daug būdų, kaip sukurti besisukantį 2 mylių [3,2 km] skersmens erdvėlaivį, kuriame sunkio jėga ir kitos gyvenimo sąlygos būtų tokios, kaip Žemėje. Tūkstančiai žmonių norėjo pakeliauti po mūsų galaktiką.

Laboratorinės Žemės kolonijos buvo sukurtos siekiant modeliuoti sąlygas, kurios bus kelionėse po galaktiką. Tie eksperimentai sociologams greitai parodė, kad svarbiausia neišspręsta galaktikų kolonizavimo problema yra socialinio ir psichologinio pobūdžio: kaip galėtų žmonės gyventi kartu iki 52 metų, augindami vaikus, tapsiančius mėlynųjų planetų tyrinėtojais?

Žinoma, daug ką buvo galima sužinoti iš socialinių ir psichologinių tyrimų, atliktų XXI–XXII a., kurių tikslas – pasiekti bendradarbiavimą visos planetos mastu, kovojant su globaliniu atšilimu, užtikrinant tvarią energijos gamybą, padarant galą badui ir ligoms visoje planetoje. Tačiau tas darbas buvo primityvus ir tik pradinis, palyginti su galaktikos kolonizavimo iššūkiais.

Vėlesni klasikiniai socialiniai ir psichologiniai tyrimai buvo finansuojami privačiai, vieno žmogaus. Juose dalyvavo tūkstančiai mokslininkų. Patys įvairiausi tyrimai iš pradžių buvo planuojami, o jų rezultatai kruopščiai kopijuojami. Visiems tiems socialiniams ir psichologiniams eksperimentams atlikti prireikė viso šimtmečio. Greitai tapo aišku, kad karinė (ar bet kokia hierarchinė) socialinė struktūra negali išsilaikyti be išorinės grėsmės. Antropologės Pegės Sandei (*Peggy Sanday*) darbai XX a. pabaigoje–XXI a. pradžioje parodė, jog šis faktas nekelia abejonių.

Iškilo problema, kaip skatinti kūrybinį bendradarbiavimą ir kuo labiau sumažinti savanaudiškumą. Galiausiai buvo nuspręsta, jog kiekvienas erdvėlaivis prieš kelionę turėtų praleisti 5 metus, pasirinkdamas problemą, kurią visi jo įgulos nariai galėtų kūrybiškai ir bendradarbiaudami spręsti. Tas darbas turėtų tapti erdvėlaivio įgulos užsiėmimu net 60 metų. Be to, kiekvienas erdvėlaivis turėtų atstovauti ir visų žemiškų veiklų mikrokosmui, įskaitant visus užsiėmimus bei profesijas, nuotykius, žaidimus, sportą.

2500 m. į kelionę leisis daugiau kaip 20 000 erdvėlaivių, po du į kiekvieną planetą. Neišvengiama, kad daugelis jų sėkmingai užbaigs šią kelionę. Niekas iš anksto nežinojo, ką ras jos gale. Nebuvo jokio plano, kaip žvaigždės galėtų komunikuoti tarpusavyje. Paukščių Tako kolonizavimas prasidėjo.

# TARPŽVAIGŽDINIAI VIRUSAI

## GEORGE DYSON

DŽORDŽAS DAISONAS yra mokslo istorikas ir knygos „Darvinas tarp mašinų: globalinio intelekto evoliucija“ (*Darwin Among the Machines: the Evolution of Global Intelligence*) autorius.

Nežemiškosios gyvybės, nežemiškojo intelekto ir nežemiškosios technologijos (tarp jų yra skirtumas) atradimas pakeistų viską. Žaidimą galėtų visiškai pakeisti ir nežemiškųjų dalykų buvimo atradimas (o gal ir neatradimas) čia, Žemėje.

Mokslinis *SETI@home* eksperimentas – plataus masto mėginimas užmegzti ryšį su nežemiškosiomis civilizacijomis – dabar sujungia apie 5 mln. Žemėje esančių kompiuterių į vis didėjančią radijo teleskopų sistemą, kuri visa pateikia 500 teraflopų greitųjų Furjė transformacijų; tai atitinka 2 mln. metų individualaus apdorojimo laiko. Tačiau iš kosmoso kol kas dar negauta nė žodžio (ir netgi jokio vaizdelio).

Tačiau dirbtinio intelekto kūrimo pradininkas Marvinas Minskis (*Marvin Minsky*) dar 1970 m. perspėjo: „Užuot siuntus katės atvaizdą, yra sritis, kurioje galima siųsti pačią katę.“ Gyvybė, darant prielaidą, kad ji visatoje egzistuoja ir kitur, turėjo pakankamai laiko išbandyti be galo didelę savo formų

įvairovę. Iš jų plačiausiai paplito tos, kurios geriausiai sugebėjo atlaikyti laiko tėkmę, prisitaikyti prie kintančios aplinkos ir nenukentėjusios migruoti tarpžvaigždiniais atstumais. Tos gyvybės formos, kurios visam savo gyvenimo ciklui ar jo daliai prisiima skaitmeninį pavidalą, ne tik sugebės šviesos greičiu siųsti *žinutes*, bet siųsti ir *save*.

Skaitmeninius organizmus gali būti ekonomiška platinti net ir esant be galo mažai tikimybei surasti palankią aplinką jiems sudygti ir augti. Jei tokia sėkla pateks į aplinką, jau įsisavinusią skaičiavimo gudrybes ir kurios gebėjimai šioje srityje pasiekė atitinkamą lygį, tai tokia tikimybė yra.

Jei tokią sėklą surastume, tai nedelsdami kuo plačiau paskleistume jos kopijas. Laboratorijos visame pasaulyje pradėtų bandyti ją iššifruoti, ir galiausiai sudarytume koduotą seką (sąmoningai ar netyčia) mūsų vietiniams ištekliams panaudoti, panašiai kaip virusas naudojasi ląstelės, kurioje įsitaisė, teikiamomis privilegijomis. Tos skaitymo ir rašymo privilegijos, suteiktos skaitmeniniams organizmams, jau apima medžiagų technologiją, žmonių protus ir, vis didesniu mastu, net ir pačią biologiją. (Ką gi, po galais, nakties metu *veikia* tos ekrano apsaugos dr. Venterio laboratorijoje?)

Pasak Edvardo Telerio (*Edward Teller*), Enrikas Fermis (*Enrico Fermi*) kartą paklausė: „Kur jos visos yra?“, kai, 1950 m. pietaujant Los Alamose, užėjo kalba apie nežemiškąsias būtybes. Atsakymas galėjo būti ir toks: „O mes jau atvykom! Dabar padėkite išsipakuoti daiktus!“ Po 50 metų pietaudamas Stanforde, paklausiau jau 91 metų E. Telerio (pasistatęs šalia savęs ilgą medinę lazdą, jis atrodė kaip koks Senojo Testamento pranašas), kaip tas E. Fermio klausimas atrodo dabar.

– Leiskite paklausti, – atsakė jis su ryškiu vengrišku akcentu, – ar nežemiškasis intelektas jūsų nedomina? Žinoma, domina. Bet jei domina, tai ko pirmiausia ieškosite?

– Galima ieškoti pačių įvairiausių dalykų, – atsakiau. – O tai, ko nereikėtų ieškoti, mano nuomone, būtų koks nors aiškus, suprantamas signalas. Bet kokia civilizacija, platinanti naudingas žinias, efektyviai perduodanti informaciją, ją koduos, todėl ta informacija mums bus nesuprantama, atrodys kaip koks triukšmas, ir tiek.

– Kur to ieškosite? – paklausė E. Teleris.

– Nežinau.

– O aš žinau!

– Tai kur?

– Kamuoliniuose spiečiuose! – atsakė. – Susisiekti su dar kuo nors negalėsime, nes visi jie per toli nuo mūsų. O kamuoliniuose spiečiuose žmonėms, esantiems įvairiose vietose, susisiekti daug lengviau. Tad jei tarpžvaigždinis komunikavimas apskritai yra, jis turi būti kamuoliniuose spiečiuose.

– Tokia mintis atrodo logiška, – pritariau. – Aš asmeniškai manau, kad nežemiškoji gyvybė jau gali būti čia, tik kaip tai nustatyti? Jei gyvybė visatoje yra, tai sėkmingiausiai plintanti jos forma turėtų būti skaitmeninė gyvybė. Ji įgytų tokią formą, kuri būtų nepriklausoma nuo cheminės sudėties toje vietoje ir galėtų migruoti iš vienos vietos į kitą elektromagnetinio signalo pavidalu tol, kol egzistuos skaitmeninis pasaulis – civilizacija, jau atradusi universalią Tiuringo mašiną – kad, patekusi į tą vietą, galėtų kolonizuoti. Štai kodėl fon Noimanas (*von Neumann*) ir dar vienas marsietis – jūs – išmokėte mus gaminti visus tuos kompiuterius – kad sukurtumėte pasaulį, tinkamą tokios rūšies gyvybei.

Stojo ilga, užsitęsusi pauzė.

– Klausykite, – pagaliau tarė E. Teleris tyliu balsu, – ar galėčiau patarti, užuot tai paaiškinus (šitai padaryti būtų sunku), imti ir parašyti apie tai mokslinės fantastikos knygą?

– Greičiausiai kas nors jau parašė, – tariau.

– Greičiausiai dar niekas neparašė, – atsakė E. Teleris.

# KOMPIUTERIAI YRA NAUJIEJI MIKROSKOPAI

## TERRENCE SEJNOWSKI

TERENTIJUS SEINOVSKIS yra Solko biologinių tyrimų instituto kompiuterinio neuromokslo specialistas ir kartu su Patricija Čerčland (*Patricia Churchland*) knygos „Kompiuterinės smegenys“ (*The Computational Brain*) autorius.

Mokslo idėjos pasikeičia, kai sukuriami nauji prietaisai, atskleidžiantys ką nors naujo apie gamtą. Elektroniniai mikroskopai, radijo teleskopai, jonų kanalų tyrimo ląstelėse metodas lėmė žaidimą keičiančius atradimus.

Kompiuterijoje visu greičiu vyksta revoliucinis technologijos pertvarkymas, prasidėjęs nuo 1950 m. ir itin paveikęs visas mokslo ir technologijų sritis. Kadangi kompiuterių pajėgumas pagal Mūro dėsnį padvigubėja kas 18 mėnesių, tai daugelyje mokslo sričių revoliucinius perversmus sukėlė neturintys precedento duomenų rinkimo, kaupimo ir analizavimo lygiai.

Pavyzdžiui, renesansą išgyvena optinė mikroskopija, nes kompiuteriai sudarė galimybę nanometrų tikslumu nustatyti pavienių molekulių buvimo vietas ir pavaizduoti nepaprastai sudėtingą molekulių išsidėstymą ląstelių viduje. Tai tapo įmanoma dėl to, kad kompiuteriai įgalina formuoti spindulių pluoštus bei rinkti fotonus ilgą laiką, juos puikiai išsaugoti ir iš jų kurti suvestinius vaizdus. Pirmą kartą pavyko sukurti didelės skiriamosios gebos filmus, atskleidžiančius makromolekulinių struktūrų dinamiką ir sąveikas molekuliniame lygyje.

Bandydami suprasti, kaip veikia smegenys, dar visai neseniai naudojome mikroelektrodinį tyrimo būdą, leidžiantį vienu metu užrašyti tik po 1 neuroną. Kartu su pažanga molekulių ženklinimo srityje, naujais 2 fotonų mikroskopais, valdomais kompiuterių, netrukus bus įmanoma vienu metu stebėti elektrinę veiklą ir chemines reakcijas, vykstančias milijonų neuronų viduje.

Tai padės įgyvendinti Čarlzo Šeringtono (*Charles S. Sherrington*) svajonę smegenų veiklą stebėti kaip „užburtas audimo stakles, kuriose milijonai greitai lakstančių šaudyklių audžia netvarų raštą, visada prasmingą, nors ir netvarų, neilgalaikį; tai nuolat kintanti smulkesnių raštų harmonija."

Kompiuteriai tapo naujais mikroskopais, įgalinančiais pažvelgti, kas yra ten, už uždangos. 2015 m. savo pajėgumu jie priartės prie nervų kompiuterijos, vykstančios smegenyse. Bet tai nereiškia, kad šį procesą sugebėsime suprasti – tik galėsime pradėti artėti prie smegenų sudėtingumo pagal jų pačių nustatytas sąlygas. Kartu su didelio masto neuronų veiklos užrašinėjimo pažanga tas kompiuterių pajėgumo padidėjimas turėtų tada įgalinti atskleisti daug smegenų paslapčių (kaip mokomės ir kurioje smegenų vietoje įsikūrusi atmintis). Tačiau netikiu, kad atsiras kompiuterinis žmogaus lygio intelekto modelis, jei nebus kitų proveržių, kuriuos numatyti neįmanoma.

# SILICINIS NEMIRTINGUMAS: SĄMONĖS PERKĖLIMAS Į KOMPIUTERIUS

## DAVID EAGLEMAN

DEIVIDAS YGLMANAS yra Biloro medicinos koledžo neuromokslininkas ir knygos „Suma: keturiasdešimt pasakojimų iš pomirtinio gyvenimo“ (*Sum: Forty Tales from the Afterlives*) autorius.

Per ateinantį pusšimtį metų medicinai tobulėjant sieksime nemirtingumo ne išgydydami visas ligas. Ilgai naudojamas kūnas susidėvi, ir tiek. Stengsimės sukurti technologijas, padedančias sukaupti be galo daug duomenų ir atlikti milžiniško masto modeliavimus. Todėl dar gerokai iki to laiko, kai perprasime, kaip smegenys veikia, jau sugebėsime pasidaryti skaitmenines smegenų struktūros kopijas ir sąmonę įrašyti į kompiuterį.

Jei kompiuterinė smegenų veikimo hipotezė yra teisinga, tai darytina išvada, kad tiksli mūsų smegenų kopija turės mūsų prisiminimus, ji galvos ir jaus lygiai taip pat kaip ir mes, turės mūsų sąmonę – nesvarbu, iš ko ji būtų padaryta – biologinių ląstelių, *Tinkertoy* konstravimo rinkinio vaikams elementų ar nulių ir vienetų.

Pagal teoriją, smegenyse svarbu ne jų struktūra, o ja besiremiantys algoritmai. Todėl jei padarytume tų algoritmus palaikančių pastolių kopiją (net ir kitokioje terpėje), gauta sąmonė vis tiek turėtų būti tapati. Jei paaiškėtų, kad

toks teiginys teisingas, tai galima beveik neabejoti: jau greitai turėsime technologijas, įgalinančias kopijuoti ir įrašyti į kompiuterį savo smegenis, šitokiu būdu gyvenant amžinai silicio mikroschemose.

Tada jau nebereikės mirti. Gyvensime sau virtualiuosiuose pasauliuose, tokiuose, kaip filme „Matrica" (*The Matrix*). Manau, juose bus rinkos, jose bus galima nusipirkti įvairiausių pomirtinių gyvenimų bei jais dalytis su kitais žmonėmis – tokia yra socialinių tinklų ateitis. O kai jau būsime įsirašę į kompiuterį, tai net galėsime stebėti savo išorinio, egzistuojančio tikrame pasaulyje, kūno mirtį taip, kaip žiūrime kokį nors įdomų filmą.

Tokiai hipotetinei ateičiai reikia daug prielaidų, ir bet kurios iš jų netikrumas gali sugriauti visą kortų namelį. Svarbiausia, kad tiksliai nežinome, kokie kintamieji yra svarbiausi, norint užfiksuoti hipotetinę smegenų skleistinę. Galima daryti prielaidą, kad tarp tų svarbių duomenų bus išsamus šimtų milijardų neuronų jungčių apibūdinimas. Tačiau tikslaus smegenų elektros grandinių žinojimo gali nepakakti apibūdinti jų funkcijoms. Gali būti, kad yra svarbus ir trimatis neuronų bei glijos pasiskirstymas (pavyzdžiui, dėl trimačio užląstelinių signalų plitimo). Gali prireikti išmatuoti bei užrašyti kiekvieno iš trilijonų sinapsių ryšių stiprumą.

Pagal dar sunkesnį scenarijų gali reikėti nuskenuoti ir laikyti atmintyje individualių baltymų būsenas (fosforilinimo būsenas, tikslų jų pasiskirstymą erdvėje, jungtis su kaimyniniais baltymais ir t. t.). Reikėtų paminėti ir tai, kad vien tik centrinės nervų sistemos modeliavimo gali nepakakti geram patirties modeliavimui: gali reikėti įtraukti ir kitas kūno dalis, sakykim, endokrininę sistemą, kuri siunčia į smegenis ir iš jų gauna signalus. Tokie samprotavimai potencialiai veda prie milijardų trilijonų kintamųjų, kuriuos reikia kaupti ir kopijuoti.

Kita didelė techninė kliūtis, kad modeliuotos smegenys turi gebėti modifikuotis pačios. Mums reikia ne tik dalių bei detalių, bet ir suprasti apie jose vykstančias sąveikas, tarkim, apie transkripcijos veiksnių veiklą (jie keliauja į branduolį ir sukelia genų reiškimąsi), sinapsių buvimo vietos ir dinaminius stiprumo pokyčius ir t. t. Jei sumodeliuotos mūsų patirtys nepakeis sumodeliuotų mūsų smegenų struktūros, tai nesugebėsime suformuoti naujų atminčių ir nesuvoksime laiko tėkmės. Tuomet ar apskritai yra prasmės kalbėti apie nemirtingumą?

Svarbiausia – kompiuterių pajėgumai didėja gana greitai, tad su šiuo uždaviniu galėtume susidoroti per pusšimtį metų. Ir nepamirškime: kad sumodeliuotos smegenys manytų, jog veikia realiu laiku, nebūtina, kad jos tai darytų iš tikrųjų.

Be jokios abejonės, mėgdžioti visas smegenis yra be galo sunku. Šiuo metu neturime jokio metodo reikiamam itin didelės skiriamosios gebos skenavimui, o net jei ir turėtume, prireiktų net kelių pačių galingiausių pasaulyje kompiuterių keliems kubiniams milimetrams smegenų audinio sumodeliuoti realiu laiku. Tai sunkus uždavinys. Tačiau jei darysime prielaidą, kad teoriniuose samprotavimuose nepraleidome nieko svarbaus, tai šią problemą galėsime priremti prie sienos, ir tikiuosi: man dar pavyks sulaukti to meto, kai sąmonė bus įrašyta į kompiuterį.

# GYVYBĖS ĮDIEGIMAS Į SUKURTAS MEDŽIAGAS

## NEIL GERSHENFELD

NEILAS GERŠENFELDAS yra Masačusetso technologijos instituto fizikas ir knygos „Skaitmeninė gamyba: artėjantis revoliucinis perversmas kompiuterio darbalaukyje – nuo asmeninių kompiuterių iki asmeninės gamybos“ (*FAB: The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*) autorius.

Gyvybė yra apibrėžta organinės chemijos. Yra programinė dirbtinės gyvybės ir dirbtinio intelekto įranga, tačiau ir viena, ir kita yra tik dirbtinės, egzistuoja *in silico*, o ne *in vivo*. Kita vertus, sintetinė biologija perkoduoja genus, tačiau ji nėra visai sintetinė, nes naudoja tuos pačius baltymų komplektus, kaip ir kita molekulinė biologija. Tačiau jei bitai galėtų pernešti ne tik informaciją, bet ir masę, tai skirtumas tarp dirbtinės ir sintetinės gyvybės visai išnyktų. Virtualusis ir fizinis kopijavimas taptų ekvivalentiški.

Tiesą sakant, yra daug žadančių laboratorinių sistemų, galinčių skaičiuoti su bitais, atstovaujamais ne elektronų ar fotonų, o mezoskopinių medžiagų. Iš daugelio priežasčių tai daryti patraukliausia gamyba: užuot koks nors kodas, valdęs mašiną, gaminančią kokį nors daiktą, jis pats gali tapti tuo daiktu (ar keliais daiktais).

Tai labai panašu į gyvybę. Iš tikrųjų, šiuo metu kuriami mikroninio dydžio aminorūgščių, baltymų ir genų analogai, „milibiologija“ esamai mikrobiologijai papildyti. Dirbant su komponentais, turinčiais makroskopines fizines savybes, bet mikroskopinius dydžius, primityvius elementus galima pasirinkti

dėl jų elektroninių, magnetinių, optinių ar mechaninių savybių ir dėl aktyvių cheminių grupių.

Biotechnologija išgyvena pakilimą. Tačiau ji yra labai aiškiai atsiskyrusi nuo kitų technologijos rūšių, prisidedančių prie biologijos tyrimų, bet ne prie jos identiteto. Bet jei gyvybę suprasime veikiau kaip algoritmą, o ne aminorūgščių komplektą, tai tokios realiai dirbtinės ar realiai sintetinės gyvybės kūrimas galės padidinti prieinamų medžiagų asortimentą, ilgį ir energijos mastus. Tokiame pasaulyje biotechnologija, nanotechnologija, informacinė technologija ir gamybos technologija susilies į savotišką įsikūnijusios informacijos technologiją. Be akivaizdžių praktinių pasekmių, veikiau pirmyn, o ne atgal nukreiptas gyvybės kūrimas gali būti geriausias būdas tam suprasti.

# SMEGENŲ DEKODAVIMAS

## GARY MARCUS

GARIS MARKAS yra Niujorko universiteto psichologijos profesorius ir knygos „Išmintis: atsitiktinis, neplaningas žmogaus proto kūrimas“ (*Kluge: The Haphazard Construction of the Human Mind*) autorius.

Dar man gyvam tebesant (ar netrukus po to) mokslininkai pagaliau dekoduos mūsų smegenų kalbą. Šiuo metu šiek tiek pažįstame tik nervų veikimo pagrindus, žinome, kaip neuronai suaktyvėja, kaip susijungia ir sudaro sinapses. Tačiau tai tik raidės: žodžių, o tuo labiau sakinių dar neperpratome. Dabar esame maždaug tokioje stadijoje, kokioje buvo Gregoras Mendelis (*Gregor Mendel*) genetikos mokslo aušroje. Jis suprato, kad turi būti kažkas panašaus į genus (jis tai vadino „veiksniais“), bet nežinojo, kur jų ieškoti (baltymuose? citoplazmoje?) ir kaip jie atlieka savo darbą. Šiandien jau žinome, kad mintys turi kažką bendro su neuronais, o atminties buveinė yra smegenų medžiaga, bet dar nežinome, kaip iššifruoti nervų grandines.

Tam perprasti reikia kvantinio šuolio. Šiuo metu populiariausi smegenų tyrimo metodai, tarkim, funkcinė magnetinio rezonanso tomoskopija (*functional magnetic resonance imaging – fMRI*) yra per grubūs, labai per grubūs. Pavienis trimatis signalas *fMRI* skleistinėje atspindi dešimčių ar net tūkstančių neuronų veiklą, jis tik bendrais bruožais rodo smegenų geografiją (migdolinis kūnas susijęs su emocijomis, sprendimų priėmimas – su prefrontaline žieve), tačiau tik labai mažai – specifinių bruožų.

Kaip prefrontalinė žievė atlieka savo darbą? Kaip vizualinė žievė atskiria namą nuo automobilio, o visureigį nuo taksi? Kaip Broka smegenų sritis atski-

ria daiktavardį nuo veiksmažodžio? Norint atsakyti į tokius klausimus, reikia išeiti už *fMRI* metodo plataus masto geografijos, nusileisti iki individualių neuronų lygio.

Šiuo metu tai didelis darbas. Viena vertus, žmogaus smegenyse yra milijardai neuronų ir trilijonai jų tarpusavio ryšių, todėl jau vien tik duomenų yra nepaprastai daug. Kita vertus, iki pastarojo meto neturėjome priemonių perprasti, kaip veikia individualūs neuronai mikrograndinių kontekste.

Tačiau yra pagrindo tikėtis, kad padėtis netrukus pasikeis. Kompiuteriai tobulėja svaiginamu greičiu. Atsirado neturinčios precedento duomenų bazės, tarkim, Žmogaus genomo projektas ir Aleno smegenų atlasas. Tai be galo vertingi vieši duomenų rinkiniai, visada prieinami visiems bet kur esantiems tyrinėtojams. Net vos prieš 10 metų nieko panašaus nebuvo. Pagaliau jau esame prie genetinio nervų vaizdavimo slenksčio: mokslininkai jau moka priversti individualius neuronus suaktyvėti ir (tiesiogine to žodžio prasme) nušvisti pagal pareikalavimą. Tai leidžia individualias nervų grandines suprasti visiškai nauju būdu.

Tačiau vien tik techninės pažangos nepakaks. Reikės mokslininko su teorinėmis F. Kriko lygio įžvalgomis. Jis ne tik padėjo identifikuoti fizinį genų pagrindą – dvigubą DNR spiralę – bet ir nustatyti kodą, kuriuo individualūs geno nukleotidai perkeliami (grupėmis po tris) į aminorūgštis – statybinius baltymų elementus. O kai dėl smegenų, tai jau žinome, kad neuronai yra fizinis mąstymo ir žinių pagrindas, tik dar nežinome dėsnių, neuronus susiejančių su informacija.

Nemanau, kad yra tik vienas vienintelis kodas. Nors visos būtybės naudoja iš esmės tą patį DNR susiejimo su aminorūgštimis būdą, skirtingos smegenų dalys neuronus su informacija gali susieti nevienodais būdais. Pavyzdžiui, atrodo, kad raumenis valdančios grandinės veikia pagal statistinio vidurkio sistemą; o kampas, kuriuo beždžionė ištiesia ranką, kiek mums pavyko nustatyti, yra statistinis šimtų individualių neuronų veiksmų vidurkis, kai kiekvienas neuronas nurodo truputį kitokį galimo judesio kampą – 44 laipsnius, 44,1 laipsnio ir t. t.

Deja, tai, kas galioja raumenims, greičiausiai negali galioti sakiniams ir idėjoms. Tai vadinamosios konstatuojamosios žinios, tarkim, pasakymas, kad „Maiklas Blumbergas (*Michael Bloomberg*) yra Niujorko meras“, arba mano

lėktuvas į Monrealį išskrenda vidurdienį. Mažai tikėtina, kad smegenys galėtų kiekvienai konkrečiai minčiai skirti daug neuronų („Mano lėktuvas į Monrealį išskrenda 11,58“, „Mano lėktuvas į Monrealį išskrenda 11,59“ ir t. t.). Vietoj to smegenims, kaip ir pačiai kalbai, reikia kažkokio kombinacinio kodo – būdo atskiriems dėmenims (Monrealis, skrydis, vidurdienis) sujungti į didesnius gabalus.

Kai išspręsime šią problemą – tai yra kai suprasime, kaip smegenys sugeba koduoti konstatuojamąsias žinias – pasikeis labai daug kas. Visų pirma, visiškai ir negrįžtamai pasikeis mūsų santykis su kompiuteriais. Gremėzdiški įvesties įtaisai: pelės, langai, klaviatūros ir netgi vadinamieji „hudai“ (*heads-up displays*) bei kalbos atpažinimo įrenginiai atsidurs ten, kur jau atsidūrė rašomosios mašinėlės ir parkeriai.

Mūsų ryšys su kompiuteriais bus kur kas labiau tiesioginis. Iš esmės pasikeis ir mokymas, kai inžinieriai ir kognityviniai mokslininkai, perpratę smegenų kodą, informaciją tiesiogiai pradės įkelti į smegenis. Žinios taps daug pigesnės, negu jau yra dabar, interneto amžiuje. Derindami sėkmę su išmintimi, mes, kaip biologinė rūšis, galime žengti pirmyn, nenusistatydami jokių ribų.

# PIGUS SMEGENŲ UŽŠALDYMO BŪDAS

## BART KOSKO

BARTAS KOSKAS yra Pietų Kalifornijos universiteto informatikos specialistas ir knygos „Triukšmas“ (*Noise*) autorius.

Visuomenė pasikeis, kai neturtingieji ir vidurinė klasė galės lengvai pasinaudoti galimybe užšaldyti savo kognityvinės veiklos atlikėją – smegenis, gauti kriogeninę jų suspensiją, net jei ateityje ir nepavyktų sukurti jos naudojimo technologijos.

Šiandien beveik visada mirusio žmogaus smegenis palaidojame ar sudeginame. Šie abu būdai lemia informacijos apie asmenybę praradimą, nes, juos naudojant, visi smegenų audiniai, kuriuose yra unikalūs asmens nervų tinklai, pamažu ar greitai suyra. To rezultatas yra nervų sistemos apokalipsė, su kuria įvairios kultūros stengiasi susitaikyti, kurdamos įvairius paneigimus ir prietarus.

Kai kurios biokompiuterijos technologijos ateityje gal ir sugebės išgauti ir paremti tą apibrėžiančią nervų informaciją. Tačiau tokios technologijos dar nematyti, nepaisant nepaliaujamos pažangos, kai pagal Mūro dėsnį tranzistorių tankis kompiuterių mikroschemose maždaug kas pora metų padvigubėja. Dar nepavyko iššifruoti ir atskiro neurono atsitiktinio impulso kelio kodo. Todėl dar

net nepriartėjome prie supratimo, kaip veikiančiose žmogaus smegenyse keliauja susipynę milijardų komunikuojančių tarpusavyje neuronų impulsai.

Kol kas vienintelė praktinė alternatyva šiai informacijos praradimo katastrofai yra smegenis užšaldyti ir neribotą laiką laikyti skystame azote maždaug -120 °C temperatūroje. Tačiau kol kas net ir patys geriausi užšaldymo metodai sukelia didelius ląstelių pažeidimus, kurių ištaisyti nesugeba ne tik dabartiniai metodai, bet nesugebės ir tie, kurie bus sukurti netolimoje ateityje. Tačiau XXI a. pradžios mokslo ir inžinerijos trūkumai vargu ar nulems tuos technologijų pasirinkimus, kurie bus po 100, o tuo labiau po 1000 metų. Laikant užšaldytus smegenų audinius, reikės tik retkarčiais keisti skystą azotą ir laukti galimo proveržio.

Tačiau šiuo metu visame pasaulyje yra tik apie šimtas skystame azote laikomų smegenų, nors kasdien miršta apie 150 000 žmonių. Taigi nuo to laiko, kai S. Kubrikas, sukūręs filmą „Kosmoso odisėja“ (*Space Odyssey*) ir 1968 m. duodamas interviu *Playboy* žurnalui, kalbėjo apie šio būdo plitimą, per metus buvo užšaldoma vidutiniškai mažiau kaip trejos smegenys.

Mirtį režisierius laikė bioinžinerijos problema: „Mirtis yra ne labiau natūrali ar neišvengiama, kaip ir raupai ar difterija. Ji yra liga, ir ją galima gydyti kaip ir visas kitas ligas.“ *Playboy* reporteris paklausė, ar jis norėtų būti užšaldytas. S. Kubrikas atsakė: „Taip, jei tik bus visos tam reikalingos prielaidos.“ Tačiau po 3 dešimtmečių jis pasirinko senąjį nervų apokalipsės būdą, nors kuo puikiausiai būtų galėjęs leisti sau aukščiausiosios klasės užšaldymą su visomis tam reikalingomis prielaidomis.

S. Kubriko pavyzdys rodo, kad kaina yra tik vienas iš veiksnių, kalbant apie masinį užšaldymo prieinamumą. Šiandien jau daugelis žmonių galėtų sau leisti užšaldyti savo smegenis; tam jiems pakaktų mokėti tik vidutinio dydžio įmokas kokiai nors gyvybės draudimo bendrovei, ir ji tada padengtų šios procedūros išlaidas. Tačiau beveik niekas nesiryžta lažyboms, kai lažinamasi iš užšaldomos gyvybės. Reikia atsižvelgti ir į gėdą, patiriamą dėl įprastinių Bažnyčios bei bioetikos sergėtojų priekaištavimų ir barimų. Ko gero, netrūktų ir biologų, tvirtinančių, jog iš mėsainių karvės jau nebeatkursi.

Išlieka ir neišvengiamos nervų katastrofos neigimas. Jis yra pakankamai stiprus, kad atbaidytų daugumą piliečių nuo racionalaus savo nekilnojamojo turto planavimo. Kai kuriose valstijose, pavyzdžiui, Kalifornijoje, įstatymai leidžia sudaryti galiojančius ranka rašytus testamentus. Suaugęs žmogus per kelias minutes gali parašyti ranka (bet ne išspausdinti) tokį testamentą net be

jokio liudytojo. Tačiau tik mažuma Kalifornijos gyventojų kada nors pasinaudoja tokiais ranka rašytais ar oficialesniais notaro patvirtintais testamentais. Didžioji dauguma miršta, nepalikę jokio testamento, ir tada palikimo klausimai sprendžiami pagal valstijos įstatymus.

Todėl nieko nuostabaus, jog didžioji dauguma besirengiančių mirti mano, kad tikros ar įsivaizduojamos smegenų užšaldymo išlaidos viršys galimą naudą, jei tik jie apskritai apie tai galvoja. Tačiau, šiam metodui tobulėjant vis didėjančiu greičiu, o populiariajai kultūrai prisitaikant prie jos pokyčių, tos išlaidos nepaliaujamai mažės. Bene vienintelis teigiamas gausybės bukinančių komiksų ir veiksmo filmų aspektas yra tas, kaip natūraliai jaunoji karta yra linkusi priimti tokią fantastišką informaciją ir tokio plauko produkcijoje rodomas biotechnologijas, net jei ji ir nemėgsta skaičiuoti.

Bet šitai nereiškia, kad smegenų laikymas skystame azote kada nors vers manyti, jog ateityje tai atves prie numirusių prisikėlimo. To gali niekada nebūti, nes tam reikalinga nervų inžinerija gali būti per daug sudėtinga ar per daug brangi; ateityje turėsiančios valdžią socialinės grupės galėtų tokią praktiką paskelbti už įstatymo ribų, tam gali sutrukdyti ir daugelis kitų techninių ar socialinių veiksnių. Tačiau galėtų būti ir priešingai, jei tik dėl gana išaugusios smegenų užšaldymo paklausos pasireikš masto ekonomija, ir atsiras užtektinai techninių bei verslo naujovių tam įgyvendinti. Čia yra daug vietos skepticizmui ir tikimybės vertinimų įvairovei.

Tačiau jau vien pačios prieinamos ir tikėtinos tam tikro pobūdžio prisikėlimo galimybės čia, Žemėje, buvimas tolydžio paveiks žmonių populiarių tikėjimų sistemas ir plės vartotojų laiko horizontus. Tai savo ruožtu darys įtaką rizikos profiliams bei vartojimo įpročiams, todėl visuomenė keisis, gal net labai staigiai. Gana didelė smegenų užšaldymo paslaugos paklausa leis demokratijoms tiesiogiai atstovauti potencialių tolimos ateities kartų interesams. Juk niekas nenorės, kad jie patys ar jiems artimi žmonės atgiję rastų sugadintą planetą. Dabartinė, siekianti 100 metų, mūsų gyvenimo trukmė labai prisideda prie to, kad savo planetą vertintume kaip išsinuomotą automobilį, leisdami socialines kredito korteles dar negimusiems skolininkams.

Potenciali smegenų užšaldymo galimybė leidžia mums į neišvengiamą smegenų mirtį žiūrėti ne kaip į solipsistinį mūsų pasaulio išnykimą, o tik kaip į jų miegą be sapnų, laukiant labai svarbios operacijos.

# SUPERINTELEKTAS

## NICK BOSTROM

NIKAS BOSTROMAS yra Oksfordo universiteto filosofas, knygos „Antropinis šališkumas: stebėjimo parinkimo poveikis mokslui ir filosofijai“ (*Anthropic Bias: Observation Selection Effects in Science and Philosophy*) autorius ir knygos „Žmogaus tobulinimas“ (*Human Enhancement*) redaktorius (su Džulianu Savulesku (*Julian Savulescu*)).

Intelektas yra svarbus dalykas. Vyraujančią padėtį Žemėje žmonės užima ne dėl to, kad raumenys ypač stiprūs ar dantys aštresni nei kitų gyvūnų, o dėl unikalaus smegenų išradingumo. Kaip tik smegenys yra atsakingos už sudėtingą socialinę organizaciją, už techninę, ekonominę ir mokslinę pažangą, kuria, mūsų laimei ar nelaimei, remiasi visa modernioji civilizacija.

Visi techniniai išradimai, filosofinės idėjos ir mokslo teorijos yra sukurti žmonių intelekto. Be jokios abejonės, žmogaus smegenų galia yra svarbiausias veiksnys, ribojantis civilizacijos vystymosi greitį.

Ne taip, kaip šviesos greitis ar elektrono masė, žmogaus smegenų galia nėra visam laikui nustatyta konstanta. Smegenis galima tobulinti. Be to, iš principo įmanoma sukurti informacijos apdorojimo mašinas, kurios veiktų ne mažiau efektyviai, o gal net efektyviau už biologines nervų sistemas.

Į intelekto didinimą veda daug kelių. Intelektu čia vadinu visus pažinimo gebėjimus, apimančius ne tik knygines žinias, bet ir kūrybiškumą, socialinę intuiciją, išmintį ir t. t.

Pirmiausia pasižiūrėkime, kaip galėtume patobulinti savo biologines smegenis. Be abejo, tam tinka ir tradicinės priemonės: lavinimas, mokymas, geresnių metodikų ir koncepcinių sistemų kūrimas. Nervų sistemos vystymąsi

galima pagerinti geriau maitinant vaikus, mažinant taršą, tinkamai sureguliavus miegą ir fizinius pratimus, pasirūpinus galinčių paveikti smegenis ligų prevencija.

Kognityviniams gebėjimams gerinti galima naudoti biotechnologiją, kurti preparatus, gerinančius atmintį, dėmesio sutelkimą, didinančius psichinę energiją. Tų tikslų galima siekti ir vykdant genetinę atranką bei genų inžinerija. Galima išradinėti išorines pagalbines priemones efektyviam intelektui padėti – bloknotus, skaičiuokles, vizualizuoti skirtą programinę įrangą.

Galime gerinti ir kolektyvinį intelektą. Tą galima daryti nustatant normas bei susitariant dėl įvairių dalykų (pavyzdžiui, galima susitarti mokslinėse diskusijose neteikti asmeninių argumentų). Galima gerinti pažintines institucijas ir procedūras: mokslo žurnalus, anoniminį recenzavimą, patentų sistemą. Galima didinti bendrą žmonijos problemų sprendimo pajėgumą, didinant žmonių skaičių arba daugiau viso pasaulio gyventojų įtraukiant į produktyvias iniciatyvas. Taip pat galima kurti geresnes bendravimo ir bendradarbiavimo priemones (naujausi to pavyzdžiai yra įvairūs interneto naudojimo būdai).

Visi šie individualaus ir kolektyvinio intelekto plėtojimo būdai daug žada. Manau, juos reikia energingai naudoti; pats sumaniausias ir išmintingiausias dalykas, kurį žmonių giminė galėtų padaryti – dirbti stengiantis tapti sumanesnei ir išmintingesnei. Tačiau ilgainiui biologinės žmonių smegenys gali netekti dominuojančio Žemės intelekto elemento vaidmens.

Mašinos  turės keletą pranašumų. Akivaizdžiausias iš jų – didesnis informacijos apdorojimo greitis: dirbtinis neuronas gali veikti milijoną kartų greičiau už biologinį analogą. Mašininiai intelektai taip pat turi pranašesnes kompiuterines architektūras ir mokymosi algoritmus. Nors tie „kokybiniai“ pranašumai yra sunkiau numatomi, jie gali būti net svarbesni už apdorojimo galios ir atminties talpos pranašumus. Be to, dirbtinius intelektus lengva kopijuoti, ir kiekviena nauja kopija (ne taip kaip žmonių atveju) iš karto gali pradėti veikti visu pajėgumu ir disponuoti visomis žiniomis, sukauptomis jos pirmtakų. Atsižvelgiant į visa tai, visiškai įmanoma, kad ateis diena, kai pajėgsime sukurti „superintelektą“ – visuotinį intelektą, kuris toli pralenks geriausias žmonių smegenis visose reikšmingose pažinimo srityse.

Dirbtinio (bendrojo) intelekto kūrimo būdų spektras labai platus – nuo visiškai nenatūralių metodų, kurie taikomi geriems seniems dirbtinio intelekto

kūrimo būdams, iki architektūrų, modeliuojamų labiau imituojant žmogaus smegenų struktūrą. Kraštutinis biologinio varianto imitavimo pavyzdys yra visų smegenų kopijavimas, jų įkėlimas į kompiuterį. Norint taikyti šį būdą, pirma reikės sudaryti labai detalų trimatį smegenų planą, kuriame būtų matyti visi neuronai, sinapsių sąsajos ir kitos svarbios detalės. Tam reikės skenuoti smegenų griežinėlius ir kurti jų atvaizdus, naudojant programinę kompiuterio įrangą. Po to, naudojant kompiuterinius pagrindinių elementų veikimo modelius, itin galingu kompiuteriu bus galima kopijuoti visas smegenis.

Galutinė biologijos įkvėptų būdų sėkmė atrodo labiau tikėtina, nes jie gali judėti pirmyn atskirais gabalais kuriant tokią fizinę sistemą, kuri, kaip žinoma, jau gali turėti bendrą intelektą – smegenis. Tačiau greičiau už juos gali atsirasti kai kurie nenatūralūs ar hibridiniai būdai.

Sunku numatyti, kiek laiko prisireiks žmogaus lygio dirbtiniam bendrajam intelektui sukurti. Atrodo, laukti to artimiausiu laiku tikrai neverta. Tačiau kiek tai galėtų užtrukti – pora dešimtmečių, kelis dešimtmečius ar šimtmečius – šiuo metu negalime žinoti. Turėtume pripažinti šį faktą, tam tikrą tikėjimo, jog tą padaryti pavyks, dalį siedami su kiekviena iš šių galimybių.

Tačiau kad ir kiek laiko praeitų iki maždaug žmogaus lygio mašininio intelekto sukūrimo, toliau superintelektas turėtų būti kuriamas daug greičiau. Pagal vieną iš scenarijų – singuliarumo hipotezę – koks nors gana toli pažengęs į priekį ir lengvai modifikuojamas mašininis intelektas (vadinamoji „dirbtinio intelekto sėkla“) savo gebėjimus panaudos protingesniam už save variantui kurti. Tas protingesnis variantas tada tobulins save. Procesas kartosis, o kiekvienas jo ciklas vyks greičiau už ankstesnįjį. Rezultatas bus staigus intelekto didėjimas. Per labai trumpą laiką – savaites, valandas – bus pasiektas superintelektas.

Perėjimas nuo žmogaus lygio intelekto prie superintelekto, nesvarbu, koks jis būtų – staigus ir vienkartinis ar laipsniškesnis ir daugiapoliaris – turės lemiamos reikšmės. Superintelektas gali būti paskutinis išradimas, kurį biologinis žmogus bus priverstas padaryti, nes daryti išradimus superintelektas gebės daug geriau už mus. Jis galės greitai sukurti visas teoriškai įmanomas technologijas – ištobulintą molekulinę gamybą, medicininę nanotechnologiją, informacijos įkėlimą į kompiuterį, pačius įvairiausius ginklus, panašias į gyvas virtualiąsias realybes, save kopijuojančius kosmosą kolonizuojančius robotus

zondus ir t. t. Jis taip pat veiks superefektyviai, kurdamas planus ir strategijas, spręsdamas filosofines problemas, įtikinėdamas ir manipuliuodamas ir pan.

Dar neaišku, kokios bus to pasekmės – teigiamos ar neigiamos. Potencialūs privalumai, be abejo, yra didžiuliai, o iš neigiamų ypatybių reikėtų paminėti ir egzistencinį pavojų. Gali ateiti diena, kai žmonijos ateitis priklausys nuo mūsų kuriamų pradinių sąlygų – visų pirma nuo to, ar sėkmingai suprojektuosime sistemą (pavyzdžiui, dirbtinio intelekto sėklos tikslo architektūrą) tokiu būdu, kad ji būtų „draugiška žmonėms“ pačia geriausia šio termino prasme.

# TAPIMAS ROBOTINIAIS

## GREGORY PAUL

GREGORIS POLAS yra nepriklausomas tyrinėtojas ir knygos „Oro dinozaurai: evoliucija ir dinozaurų bei paukščių gebėjimo skraidyti praradimas" (*Dinosaurs of the Air: the Evolution and Loss of Flight in Dinosaurs and Birds*) autorius.

Numatyti, kas šiame šimtmetyje gali pakeisti viską – realiai pakeisti viską – nesunku. Negaliu žinoti tik vieno dalyko – ar aš to sulauksiu, nes turiu per mažai duomenų, reikalingų patikimai skaičiuoti savo smegenų egzistavimo trukmę. Pagal dabartines normas galiu tikėtis gyventi dar trečdalį šimtmečio, o gal ir ilgiau, jei gyvensiu tiek, kiek gyveno mano senelė. Ji gimė mormonų pasienio mieste tais pačiais metais, kai garsieji nusikaltėliai Bačas Kasidis (*Butch Cassidy*) ir Sandansas Kidas (*Sundance Kid*) bei jų bendrininkė Eta Pleis (*Etta Place*) išvyko į Argentiną.

Ji laimingai atšventė savo šimtąjį gimtadienį 2001 m. Tačiau mano egzistavimas gali viršyti natūralias lubas. Modernioji medicina maksimaliai pailgino gyvenimo trukmę, užbėgdama už akių per ankstyvai mirčiai. Anksčiau ar vėliau net ir šis pasiekimas taps atgyvena, kai technologijoms tobulėjant, mirtis taps pasirenkamu dalyku.

Evoliucija, ir biologinė, ir technologinė, laikui bėgant spartėja, nes didėja gebėjimas įgyti, apdoroti ir panaudoti informaciją. Žmonių protas, prisitaikęs suprasti aritmetinį augimą, yra linkęs nepakankamai įvertinti eksponentinę ateities pažangą. Gimusi prieš pora metų iki pirmojo brolių Raitų (*Wrights*) skrydžio, mano senelė jaunystėje net nesapnavo, kad ateis laikas, kai ji kirs žemynus ir vandenynus beveik garso greičiu skrendančiais lėktuvais.

Net neįprastai mąstantys žmonės nenumatė tokio kompiuterių pajėgumo didėjimo per pastarąjį pusšimtį metų. Atrodo, panašus spartus augimas dabar laukia medicinos. Užląstelinės matricos milteliai, gauti iš kiaulių pūslių, gali atauginti nukirstą pirštą su visiškai nauju jo galu, kartu su nagu. Tai kodėl tada neregeneruoti visos žmogaus rankos, kojos ar kitų organų?

JAV gynybos ministerijos agentūros *DARPA* (*The Defense Advanced Research Projects Agency* – Gynybos pažangių tyrimo projektų agentūra) finansuojami mokslininkai Kenas Munjoka (*Ken Muneoka*), Manjongas Hanas (*Manjong Han*) ir Deividas Gardineris (*David M. Gardiner*) žurnale *Scientific American* prognozuoja, kad jau greitai galbūt galėsime, „kai tik užsimanysime, pakeisti pažeistas ar pasiligojusias kūno dalis, gal net neapibrėžtą skaičių kartų".

Medicininės korporacijos tikisi tikrų aukso kasyklų pažeistų organų taisymo ir keitimo srityje, tam naudojant ląsteles iš pačios aukos kūno ir šitaip išvengiant atmetimo. Jei amžiaus pažeistas įvairias kūno dalis galima pataisyti, naudojant tokius audinius, kurie biologiniu požiūriu būtų tokie jauni ir sveiki, kaip vaiko audiniai, tai turintys pakankamai noro ir išteklių žmonės rekonstruos visus savo kūnus.

Dar geriau būtų sustabdyti, paskui ir pasukti atgal visą senėjimo procesą. Žmonės, kaip ir papūgos, gyvena labai ilgai, nes turi genetiškai paveldėtus nepaprastai gerus ląstelių taisymo mechanizmus laisvųjų radikalų padarytiems sužalojimams pataisyti. Atsižvelgiant į didžiulį rinkos potencialą, kuriami vaistai, skatinantys genus toliau tobulinti žmogaus pažeidimų taisymo sistemą. Tikimasi, kad kiti vaistai mėgdžios tą gyvenimo trukmės pailginimą, kuris, atrodo, kyla iš kūno saugos reagavimo į sumažintą kalorijų vartojimą.

Visiškai įmanoma, kad dabartiniai vidutinio amžiaus žmonės jau galės taikyti tuos metodus ir neribotai pratęsti gyvenimo trukmę. Tačiau savo senstančių primatinių kūnų ir smegenų funkcionavimo pailginimas iki šimtų ar tūkstančių metų nereiškia, kad jie bus labai įspūdingi.

Žmogaus smegenys ir jų kuriamas protas nuo pleistoceno laikų nepatyrė didelių patobulinimų. Jos pažeidžia pačią svarbiausią informacijos apdorojimo saugumo taisyklę, kad duomenis reikia dubliuoti. Reikia kažko sudėtingesnio ir labiau perteklinio. Kompiuterių pajėgumui dvigubėjant kas pusantrų metų, pigūs asmeniniai kompiuteriai per porą dešimtmečių turėtų prilygti žmogaus smegenų duomenų apdorojimo pajėgumui, paskui jį ir pranokti.

Jei taip, tai turėtų būti įmanoma panaudoti alternatyvias technines priemones sąmoningai minčiai kurti. Jau daromos pastangos pažeistoms smegenų dalims – hipokampui – pakeisti hiperkompiuterio implantais. Kai pradiniai medicininiai reikalavimai bus patenkinti (jei pavyks tą padaryti), tai pasirinktiniai implantai, be jokios abejonės, bus naudojami normaliai smegenų veiklai tobulinti. Greitai besivystantys įtaisai tobulėdami pradės lenkti pradines smegenis. Tada vis labiau mažės prasmė ir toliau mąstyti savo senuoju biologiniu kledaru, žmonių smegenys taps visai dirbtinės, pereis į nepaprastai sudėtingas išsklaidytas robotines sistemas.

Darant prielaidą, kad tokia raida yra praktiška, technologinė pažanga ne tik gerins žmonių padėtį, bet ją ir pakeis. Nevykęs įsivaizdavimas, kad dabartinio pavidalo žmonės gebės konkuruoti nemirtingų intelektų su neribotais intelektiniais pajėgumais pasaulyje, yra naivus; žmonėms jame nelabai bus ką veikti.

Nė minutę nemėginkite įsivaizduoti visuomenės, susidedančios iš šiurkščių terminatorių ar deitų iš serialo „Žvaigždžių kelias“ (*Star Trek*), svajojančių būti kuo žmogiškesni. Ateities robotai bus subtilūs, sudėtingi ir jautrūs įtaisai, kurie žmones laikys beždžionėmis su didelėmis smegenimis (iš tikrųjų tokie ir esame). Logika pranašauja, kad dauguma žmonių panorės tapti robotiniais.

Sustabdyti kibernetinę revoliuciją greičiausiai yra neįmanoma. Daugėjant žinių, gaminti superintelektinius protus bus lengviau ir daug greičiau negu gimdyti, auginti ir lavinti, mokyti žmones. Mėginimo uždrausti tokią technologiją rezultatas bus toks pat, kaip karo su narkotikais. Žmonijos pakeitimas toliau pažengusia sistema bus dar vienas evoliucinis įvykis tokio masto, kaip kambro perversmas ar permo bei kreidos-paleogeno periodų faunos išmirimai, kai išnyko neskraidantys dinozaurai, ir buvo nutiestas kelias ateiti žmonių ir pramonės amžiui.

Čia pavaizduotas scenarijus nėra radikalus ar ypač spekuliatyvus. Jis toks atrodo tik dėl to, kad dar neįvyko. Jei robotinė civilizacija atsiras, greitai taps kasdienė. Kognityvinių protų gebėjimas prisitaikyti tiesiog begalinis.

O štai ir malonus antrinis efektas: antgamtinė religija išnyks, kai paprasti protai taps tokie galingi, kaip dievai. Į ką ta kibernetinė visuomenė bus panaši? Nelabai žinau. Kiek visų tų dalykų aš dar spėsiu sulaukti? Pagyvensim – pamatysim.

# SMEGENŲ SINCHRONIZAVIMAS

## JAMSHED BHARUCHA

DŽAMŠEDAS BARUCHA yra Taftso universiteto psichologijos profesorius, prorektorius ir vyresnysis viceprezidentas.

Supratimas, kaip smegenys sinchronizuoja (ar to nedaro), taps keičiančiu žaidimą mokslo laimėjimu.

Tik nedaugelis elgesio jėgų yra tokios stiprios, kaip žmonių pasiskirstymas į vidines ir išorines grupes, į „mus“ ir „juos“. Norėdami patekti į grupę, žmonės turi prisiderinti, jungtis, sinchronizuoti savo smegenų būsenas. Sinchronizavimas užtikrina bendrą elgseną, skatina grupės sanglaudą, sukuria jausmą, kad visos grupės jėga didesnė už atskirų jos narių jėgą. Kraštutiniu atveju sinchronizacija užtikrina pulkavimosi elgesį. Nesant sinchronizacijos, kyla konfliktų.

Žmonės yra veikiami ideologijų, emocijos ir nuotaikos yra užkrečiamos, o *memai* [idėjos, elgsenos normos bei gyvenimo stiliai] sparčiai plinta tarp gyventojų. Etninės, religinės ir politinės grupės veikia kaip monolitinės jėgos. Minioms, kultams, savanoriškiems nereguliariosios kariuomenės kariams būdingas individų jungimasis į didesnius vienetus, kuriuose jo dalyvių smegenys veikia bendrai, ir toks vienetas yra vienas organizmas, valdomas vienos (tik išsklaidytos) nervų sistemos. Lyderiai, sutelkiantys daug sekėjų, pasižymi intuityviu gebėjimu sinchronizuoti smegenis ar prisijungti prie jau sinchronizuotų sistemų.

Pulkavimosi elgsena susilaukė daug dėmesio ekonomikoje. Paskutinio finansinio burbulo, kuris galų gale sprogo, metu ir investuotojai, ir reguliuotojai buvo užlieti akinamo optimizmo ir per didelio pasitikėjimo savimi bangos. Nepalanki informacija buvo atmetama, į analizes, atliktas laikantis svarbiausių principų, nekreipiama dėmesio.

Pulkavimosi elgsena viešpatauja per karą. Grupė, laikanti save agresijos auka, susitelkia ir tampa nekeliančia abejonių kolektyvine kovotojų grupe. Kai greita sinchronizacija yra labai svarbi ir kai ant kortos pastatyta labai daug, į pirmą vietą iškyla psichologinės jėgos pareiga, ištikimybė, panašumas, paklusnumas (jos visos skatina grupės sanglaudą), nustelbdamos racionalaus individualių protų protavimo gebėjimus.

Sinchronizacija būdinga daugeliui biologinių rūšių, nors jos mechanizmai gali būti skirtingi. Paukščių būriai skrenda glaudžiai susitelkę. Žuvys plaukioja guotais, kurie juos stebinčiam iš toliau atrodo kaip vienas kolektyvinis organizmas. Vilkai medžioja rujomis.

Kai kurie sinchronizacijos atvejai yra nulemti aplinkos veiksnių, vienodai reguliuojančių visų individų smegenis. Pavyzdžiui, šviesiosios paros dalies ir sezoniniai ciklai gali sukelti atitinkamus bioritmus tiems individams, kurie turi paveldėtą genetinį polinkį paklusti tokio tipo reguliavimui.

Kitais atvejais bendra kai kurių elgsenos būdų evoliucija kartu su vienodu tų elgsenų supratimu tuos individus telkia į krūvą. Sakykim, toks yra jų gebėjimas skleisti ir suprasti tik tai biologinei rūšiai būdingus garsus.

Sinchronizacijos mediatorius yra smegenų tarpusavio komunikavimas. Komunikavimo kanalai yra ne tik kalba, bet ir neverbalinės priemonės: veido išraiška, gestai, balso tonas, muzika. Individo smegenų regionų tarpusavio komunikavimas yra tik vienas atvejis sistemos, apimančios atskirų smegenų komunikavimą.

Kitoje vietoje įrodinėjau, kad muzika padeda sinchronizuoti smegenų būsenas, susijusias su emocijomis, judėjimu, struktūrų atpažinimu; šitaip ji prisideda prie grupės sanglaudos didinimo. Kaip ir tradicijose bei ritualuose, tai, kas sinchronizuojama, neprivalo turėti esminės vertės; gali būti visai nesvarbu, kas sinchronizuojama. Vien tik pats sinchronizacijos faktas gali tapti galingu grupės jėgos šaltiniu.

Jau visai netrukus itin padaugės tyrimų, kuriuose individualios smegenys bus laikomos mazgais sistemoje, kurią į visumą sujungia daug komunikavimo

kanalų. Informacijų technologija smegenims suteikė naujų būdų jungtis nepaisant didelių atstumų ar laiko skirtumų. Kai kokia nors daina išpopuliarėja, milijonai žmonių visame pasaulyje tampa jos gerbėjais ir sudaro virtualųjį vienetą. Ateityje šį vaizdą papildys smegenų protezai ir dirbtinės biologinių sistemų sąsajos.

Jau atsiranda faktų, rodančių, kaip smegenys sinchronizuoja. Naujausias svarbus atradimas yra vadinamųjų veidrodinių neuronų buvimo atskleidimas. Taip vadinamos smegenų ląstelės, atsiliepiančios į kitų individų veiksmus taip pat, kaip atsiliepia ir į savo šeimininko veiksmus. Manoma, kad veidrodinės sistemos smegenyse modeliuoja kitų individų elgesį, sudarydamos galimybę juos mėgdžioti ir jų atžvilgiu elgtis empatiškai. Kaupiasi ir kiti įrodymai šiai problemai spręsti. Kai kada smegenų priešakinės dalies pažeidimas lemia asocialų elgesį.

Naujausi autizmo tyrimai atkreipė dėmesį į mechanizmus, kuriais individai palaiko ryšį vieni su kitais. Smegenys padeda (kartais su neigiamomis pasekmėmis) save ir kitus žmones priskirti saviškių ir svetimų grupėms. Kai baltieji pacientai, tiriami magnetinio rezonanso tomografu, mato veidų vaizdus, tai migdolinis kūnas kairiajame smegenų pusrutulyje yra stipriau sužadinamas tada, kai tie veidai yra juodi, negu kai jie yra balti. Smegenys turi grandines suvokti veidams. Jos perteikia milžiniškus informacijos kiekius, įgalinančius pažinti žmones ir įvertinti jų emocijas bei ketinimus.

Supratimas, kaip smegenys sinchronizuoja, sudarydamos didesnes elgsenos sistemas, turės didelių pasekmių tam, kaip suvokiame varomąsias grupių jėgas, tarpasmeninius santykius, švietimą ir politiką. Jis turės įtakos tam, kaip suvokiame (ir valdome) tas galingas vienijančias jėgas, kurios nulemia grupės elgesį. Laimei ar nelaimei, tai lems kryptį tų technologijų, kurios skirtos sąveikauti su smegenimis, platinti žinioms, formuoti požiūriams, kelti emocijoms, skatinti veiksmams. Kaip ir visų kitų technologijų atveju, lyderiai griebsis jų žmonių sąlygoms gerinti ar valdžiai konsoliduoti.

Ne visi individai pasiduoda sinchronizavimui su kitais. Kai kurie palieka savo bandą ir patiria nesėkmę. Kiti pasuka nauja kryptimi ir tampa lyderiais. Būti kitaminčiu dažnai reikia ištvermės, nes reikia atlaikyti psichologinę gėdinimo ir tyčiojimosi įtampą. Sąlygų, kurioms esant žmonės priešinasi, supratimas bus sudedamoji platesnio sinchronizacijos supratimo dalis.

Supratimą, kaip smegenys sinchronizuoja (ar nesugeba to daryti), lems ne kokia nors viena nauja idėja, o veikiau sudėtingas susipynusių mokslo laimėjimų mišinys. Žaidimą keičia tai, kad mokslininkai tik neseniai pradėjo formuoti klausimus apie smegenų funkcijas ne iš individualių smegenų pozicijų, o iš to, kaip jos įeina į didesnes socialines ir aplinkos sistemas, varančias pirmyn jų evoliuciją ir vystymąsi. Šis naujas smegenų ir kognityvinio mokslo kūrimo būdas kartu su neprognozuojamais technikos atradimais žada viską pertvarkančiu būdu integruoti dabartines ir būsimąsias žinias apie tai, kaip smegenys sąveikauja.

# GALVOJIMAS APIE MAŽUS DALYKUS: SMEGENŲ SUPRATIMAS

IRENE PEPPERBERG

IRENA PEPPERBERG yra psichologė, Harvardo universiteto mokslo darbuotoja ir knygos „Aleksas ir aš: kaip mokslininkė ir papūga atskleidė paslėptą gyvūnų intelekto pasaulį ir užmezgė stiprų ryšį" (*Alex & Me: How a Scientist and a Parrot Discovered a Hidden World of Animal Intelligence – And Formed a Deep Bond in the Process*) autorė.

Tikslus žinojimas, kaip smegenys veikia, pakeis viską. Nepaisant visos techninės smegenų kartografavimo pažangos, vis dar iki galo neperpratome, kaip žmogaus ar nežmogaus smegenys veikia kaip vientisas organas, pavyzdžiui, kaip susijusios tarpusavyje atskiros smegenų sritys, kurias šiuo metu kartografuojame.

Lygiai taip pat, kaip kad pradedame suprasti, jog tai, kas vyksta mūsų kūnuose, valdo ne koks nors konkretus genas, o veikiau daugelio genų, baltymų ir aplinkos įtakos, aktyvinančios ir slopinančios genus, išsiaiškinsime, kaip mūsų kūno įvairių nervų audinių ir cheminių medžiagų, aplinkos įtakų bei galbūt kai kurių kitų nežinomųjų sąveika daro poveikį smegenų veiklai. Tai pakeis viską.

Pavyzdžiui:

a) Pasieksime pažangos gydant tokias ligas, kuriomis sergant smegenys nustoja tinkamai veikti – ligas su pažinimo stygiaus sindromu, tarkim, Alzhei-

merio ligą, bei ligas, sukeliančias fizinio valdymo problemų – Parkinsono ligą. Tiesiog seksime, kada smegenys nustoja tinkamai veikti, ir įsikišime daug anksčiau. Senatviškas iškaršimas su jį lydinčiomis problemomis ir dėl to atsirandančiomis visuomenės išlaidomis visai išnyks. Jei tokie sveikatos sutrikimai, kaip autizmas ir šizofrenija, iš tikrųjų atsiranda dėl daugelio sričių neteisingų tarpusavio sujungimų, atitinkamas sistemas „pervyniosime“ fiziškai ar panaudoję tikslingą medikamentinį įsikišimą. Taip pat imsimės ir disleksijos (sugebėjimo skaityti sutrikimas) bei aktyvumo ir dėmesio sutrikimo.

b) Perprasime ir gydysime smegenis, linkusius prie žalingų įpročių ar nusikalstamumo dėl slopinamojo valdymo stygiaus.

c) Naudosime tas žinias kurti smegenų veikimo modeliams, skirtiems sudėtingiems robotams ir kompiuteriams, kad galėtume kurti išmaniąsias interaktyvias sistemas, skirtas, be kitko, kosmoso ir vandenynų tyrimams, arba vientisoms sąsajoms, skirtoms, be kitų dalykų, regėjimui, klausai ir dirbtinėms galūnėms.

d) Nustatysime būdus, kuriais žmonių ir nežmonių smegenys veikia panašiai ir skirtingai; nustatysime, ar žmonių ir nežmonių intelektas yra skirtingas, ir ar egzistuoja įmanomas išmatuoti gradientas; nustatysime, kokiu mastu jų funkcijos iš dalies sutampa, ir ar svarbiausios problemos apima modelius ar daugybę tarpfunkcinių sričių, kurios ir derinasi, ir skiriasi. Pavyzdžiui, geriau suprasime, kaip išsivystė žmonių intelektas ir kalba, kokiu mastu evoliucinėse nežinduolių linijose išsivystė paralelinis intelektas ir komunikavimas, ir kaip jie galbūt vystosi toliau.

e) Bandysime (galbūt kai ką bauginančiu būdu) gerinti anatominę dabartinių žmogaus smegenų struktūrą arba mėginsime nustatyti (tai priimtiniau), kokios mokymo ir lavinimo formos užtikrina kuo greitesnį išmokimą; tam stiprinsime atitinkamus ryšius ir atminties formavimą. Greičiausiai bus aptikti įvairūs intelekto tipai, susiję su konkrečiomis organizacinėmis smegenų struktūromis. Šitaip lengviau identifikuosime konkrečių sričių genijus ir lavinsime jų gebėjimus.

Tiksliai suprasdami, kaip smegenys veikia ir efektyviausiu būdu jas naudodami, paveiksime viską – savo laimei ar nelaimei.

# SMEGENŲ PLASTIŠKUMO VALDYMAS

## LEO M. CHALUPA

LEO CHALUPA yra Džordžo Vašingtono universiteto Vašingtone viceprezidentas tyrimo klausimais.

1967 m. filme „Absolventas“ (*The Graduate*) jaunajam Dastinui Hofmanui (*Dustin Hoffman*) buvo patariama rinktis plastmasių specialybę, manant, jog ji taps perspektyvia sritimi. Šiandien jaunam žmogui, siekiančiam mokslinio laipsnio medicinos ar biologijos srityje, galima patarti užsiimti smegenų plastiškumo problema. Mūsų neuronai visą gyvenimą yra lengvai formuojami, juos gali formuoti ir išorinė patirtis, ir tai, kas vyksta kūno viduje. Naujausi neuronų išvaizdos tyrimai atskleidė, kad specializuotos nervų ląstelių dalys, vadinamos dendritinėmis ataugomis (*dendritic spines*), yra visą laiką veikiamos greito plėtimosi ir traukimosi.

Nors smegenų ląstelės struktūros ir funkcijų atžvilgiais iš tikrųjų geba keistis visą gyvenimą, gausi mokslinė literatūra rodo, kad nervų sistemos plastiškumas yra didžiausias ankstyvose organizmo vystymosi stadijose. Tuo galima paaiškinti nuostabius vaikų sugebėjimus greitai įsisavinti įvairius įgūdžius skirtingose vystymosi stadijose. Maži vaikai be vargo išmoksta dvi, tris ir net dar daugiau kalbų, o dauguma paauglių sugeba išmokti leistis slidėmis sudėtingais šlaitais daug greičiau nei jų vidutinio amžiaus tėvai. Geriausi

laikotarpiai tokiam mokymuisi atspindi aukščiausią plastiškumo laipsnį, būdingą konkrečioms smegenų grandinėms pirmaisiais dviem gyvenimo dešimtmečiais.

Pastaraisiais metais neurobiologai, tiriantys vystymąsi, pasiekė didelę pažangą tirdami daugybę veiksnių, nulemiančių neuronų plastiškumą besivystančiose smegenyse. Pavyzdžiui, tyrimai parodė, jog bręstančioje regėjimo sistemoje plastiškumas mažėja dėl trukdančių grandinių formavimosi smegenų žievėje. Nors neįmanoma smegenų plastiškumo iki galo paaiškinti kokiu nors vienu įvykiu, pažanga labai sparti, ir aš esu įsitikinęs, kad, man dar tebesant gyvam, jau sugebėsime valdyti subrendusių neuronų plastiškumą.

Kelios laboratorijos jau rado būdų manipuliuoti smegenimis taip, kad subrendę neuronai taptų tokie plastiški, kokie jie yra ankstyvosiose vystymosi stadijose. Tokie tyrimai buvo daromi naudojant genetiškai modifikuotas peles, nuslopinant ar per daug paryškinant konkrečius genus, valdančius plastiškumą vystantis normaliai. Be to, dabar jau rasti tokie gydymo vaistais būdai, kurie mėgdžioja mutuotų pelių pokyčius.

Iš esmės tai reiškia, kad tą didelį smegenų plastiškumo laipsnį, kuris šiaip jau būdingas tik ankstyvose vystymosi stadijose, dabar jau galima pasiekti bet kuriuo amžiaus laikotarpiu. Tai, be abejo, pakeičia visą žaidimą moksluose apie smegenis. Įsivaizduokime, kad sugebate atkurti kalbos centrų neuronų savo smegenyse plastiškumą. Tai leistų greitai ir lengvai išmokti naują kalbą.

Neuronų plastiškumo atkūrimas turėtų ir labai svarbių klinikinių pasekmių, nes besivystančiose smegenyse galėtų atsirasti naujų ryšių, o tai neįmanoma jau subrendusiose smegenyse. Toks metodas galėtų tapti svarbia priemone kovoti su neuronų ryšių praradimais, įskaitant ir tuos, kurių netenkama dėl smegenų pažeidimų ar įvairių ligų.

Optimistiškai manau, kad tokio gydymo spėsiu sulaukti dar iki savo mirties. Tiesą sakant, viena Suomijos mokslininkų grupė jau atlieka pirmuosius klinikinius tyrimus, siekdama įvertinti medikamentinio gydymo gebėjimą atkurti suaugusių žmonių regėjimo sistemos plastiškumą. Sėkmės atveju tai duotų priemonę suaugusiųjų ambliopijai (regos susilpnėjimui) gydyti; dabar ji gydoma tik vaikams, kurių smegenų žievės regėjimo sritis tebėra plastiška.

Tačiau tam, kad neuronų plastiškumo atkūrimas taptų įgyvendinama procedūra, reikės išspręsti dar daug problemų. Sakykim, reikia sugalvoti, kaip

nukreipti pastangas į konkrečias neuronų grupes, valdančias tą funkciją, kurios plastiškumą norime padidinti. Daugelis žmonių norėtų turėti smegenis, gebančias be pastangų išmokti užsienio kalbų, tačiau tik mažai kas iš jų būtų patenkintas, jei šį naująjį gebėjimą lydėtų žodynas, apsiribojantis tik neaiškiai vapaliojamais garsais, tokiais kaip mano senelės, kuri pradeda mokytis kalbėti ir anglų, ir ukrainiečių kalbomis. Teisingas pastangų nukreipimas yra svarbiausias dalykas.

# NIEKADA NESIBAIGIANTI VAIKYSTĖ

## ALISON GOPNIK

ALISON GOPNIK yra Kalifornijos universiteto Berklyje psichologė ir knygos „Filosofinis kūdikis“ (*The Philosophical Baby*) autorė.

Pasaulis keičiasi – iš žemės ūkio ir gamybos ekonomikos pereina prie informacijos ekonomikos. Vadinas, žmonės turės mokytis vis daugiau ir daugiau. Geriausias būdas tam daryti – pailginti tą laikotarpį, kai mokomės daugiausia – vaikystę. Tai daryti vis didesniu mastu bus galima kitaip moksliškai suprantant nervų plastiškumo ir genus reguliuojančio vaidmens svarbą bei plečiantis visuotiniam mokykliniam lavinimui. Galime likti vaikais visą gyvenimą ar bent daug ilgiau nei dabar.

Žmonės jau ir taip turi ilgesnį apsaugoto nebrandumo laikotarpį – ilgesnę vaikystę – negu visos kitos biologinės rūšys. Ilga biologinių rūšių vaikystė koreliuoja su evoliucine strategija, grindžiama lankstumu, žiniomis ir mokymusi. Darbo jėga pasiskirsto pagal išsivystymo laipsnį. Vaikai gali laisvai mokytis apie savo konkrečią aplinką, nesirūpindami savo išgyvenimu – tuo pasirūpina jų globotojai. Suaugusieji tai, ko išmoko vaikystėje, panaudoja, kai reikia susirasti porą, medžioti, ir paprastai jie toje aplinkoje veikia sėkmingai. Vaikus galima laikyti žmonių giminės tyrimų ir plėtros departamentu, o suaugusiuosius – gamybos ir marketingo departamentais.

Savo gyvenimą pradedame kaip labai lankstūs, bet bejėgiški ir priklausomi nuo kitų kūdikiai, puikiai gebantys išmokti bet ką, tačiau visai nesugebantys ką nors dirbti. Gyvenimą baigiame kaip kur kas mažiau lankstūs, bet daug geriau dirbantys suaugę žmonės, kuriems mokytis sekasi prasčiau, bet užtat planuoti ir veikti jie sugeba labai puikiai.

Tie pokyčiai rodo smegenų pokyčius. Jaunos smegenys yra labiau sujungtos, lankstesnės, plastiškesnės, bet mažiau veiksmingos. Senstant ir didėjant patirčiai, smegenys šalina rečiau naudojamus ryšius ir stiprina tuos, kurie dirba daugiau. Naujausi neuromokslo duomenys rodo, kad tą ankstyvąjį smegenų plastiškumą galima išsaugoti ar net atkurti ir brandžiame amžiuje. Mes jau išradome mažiausiai garsinamą, bet pačią galingiausią smegenų keitimo technologiją žmonijos istorijoje – mokyklą.

Didžiąją žmonijos istorijos dalį kūdikiai ir maži vaikai savo įspūdingus, laisvus ir nesuvaržytus mokymosi gebėjimus naudojo svarbiausiems faktams apie juos supančius daiktus, žmones ir kalbas suprasti; tai pagrindinė žmonių mokymo programa. Maždaug nuo šeštųjų gyvenimo metų vaikai pradėdavo ir praktikuotis. Tolydžio, mėgdžiodami suaugusiuosius, klausydami jų nurodymų ir bandydami daryti patys, jie įvaldydavo suaugusiųjų gebėjimus kokioje nors srityje – medžioklės, virimo, jūreivystės, vaikų auginimo.

Atėjus paauglystei, motyvacijos pokyčiai kartu su brendimo pradžia vertė vaikus išlįsti iš savo saugaus kokono ir pradėti veikti savarankiškai. Tuo metu per ilgą praktikavimosi laikotarpį jie jau būdavo įgiję daug vykdymo gebėjimų – efektyviai veikti, planuoti, valdyti ir slopinti. Tuos gebėjimus valdė išsivysčiusios prefrontalinės smegenų žievės sritys. Sulaukę paauglystės, vaikai norėjo padaryti galą savo bejėgiškumui ir veikti nepriklausomai; jie jau turėdavo priemonių tai daryti veiksmingai.

Mokykla, tas labai nesenas žmonių išradimas, visiškai pakeičia šią programą. Praktikavimąsi pakeičia mokyklinis lavinimas. Mokyklos leidžia visiems ir toliau likti labai gabiais, bet bejėgiais vaikais. Jos leidžia mokytis pačių įvairiausių dalykų lanksčiai, ir dažnai tai yra tik mokymasis dėl mokymosi, nesusilaukiant už tai greito atlyginimo.

Mokykla remiasi prielaida, kad mokymasis svarbesnis už darymą, ir kad svarbiau už viską yra mokytis, kaip mokytis. Tačiau mokykla kartu yra ir vaikiškos priklausomybės laikotarpio pratęsimas (juk mokykloje iš tikrųjų neda-

rome nieko naudingo, mumis turi pasirūpinti kiti žmonės) iki pat mokslinio laipsnio gavimo. Mokykla neužsiima konkrečių suaugusiesiems reikalingų gebėjimų (kurie anksčiau būdavo įgyjami praktikuojantis) ugdymu. Universalus ir išplėstas mokyklinis lavinimas reiškia, kad lankstaus mokymosi ir priklausomybės laikotarpis gali tęstis net iki mūsų įžengimo į trečią dešimtmetį, o nepriklausomos, aktyvios veiklos įvaldymas nukeliamas į vis tolesnius laikus.

Mokyklinis lavinimas nepermaldaujamai plinta visame pasaulyje. Prieš 100 metų mokyklą lankė tik vienas kitas; net ir dabar, pasibaigus paauglystei, mažai kas mokosi toliau. Galima tikėtis, kad po 100 metų dauguma žmonių toliau tebesimokys net įžengę į trečiąjį dešimtmetį ar būdami dar vyresni. Be to, nauji neuromokslo bei genetikos pasiekimai duos naujų būdų, kaip išlaikyti atvertą plastiškumo langą. O dėl informacijos ekonomikos plitimo genetiniai ir neurologiniai įsikišimai, kaip ir švietimo ar elgesio formavimo įsikišimai, darysis vis patrauklesni.

Tie paspartėję pokyčiai turi radikalių pasekmių. Jau vien tik mokyklinis lavinimas padarė revoliucinį poveikį žmonių mokytumui: absoliutus *IQ* didėjo stebinančiu ir vis spartėjančiu greičiu (tai vadinamasis Flino efektas (*Flynn effect*)). Pailgėjus nebrandumo laikotarpiui, iš tikrųjų daromės daug sumanesni ir geriau nusimanantys. Neurologiniai ir genetiniai metodai gali dar labiau paspartinti šį procesą. Esame linkę manyti, kad šio lankstumo ir atvirumo laikotarpio pailginimas yra geras dalykas – na, kas gi pasisakys prieš pastangas didinti žmonių sumanumą?

Tačiau gali būti ir vidinis kompromisas tarp lankstumo ir efektyvumo, tarp atvirumo, kurio reikia mokymuisi, ir susitelkimo, kurio reikia tam, kad galėtume veikti. Vaiko smegenys puikiai tinka mokytis, bet blogiau tinka efektyviai priimti sprendimus ar produktyviai veikti. Jau yra įrodymų, kad paaugliams dabar jau sunkiau nepriklausomai priiminėti sprendimus ir veikti, o paauglių veiklos patologijos (impulsyvumas ir nerimas) pasiekė neregėtas aukštumas.

Svarbiausių suaugusiųjų įgūdžių, kurie anksčiau buvo įgyjami praktikuojantis (tarkim, valgio virimas ar slaugymas), mokyklinio lavinimo būdu neįgysi. (Pagalvokime apie tuos neurotiškus naujuosius tėvus, kuriems niekada neteko prižiūrėti vaikų ir kurie dabar bando kompensuoti tą trūkumą skaitydami knygas apie mažų vaikų priežiūrą.) Kai visi visą gyvenimą išliksime kūdikiais, tai kas tada atliks tėvų vaidmenį? Kai visi būsime vaikai, tai kas bus suaugusieji?

# ATMINTIES NUOSMUKIS

## KEVIN SLAVIN

KEVINAS SLAVINAS yra *Area/Code* kompanijos, kuriančios žaidimus, bendrus kelioms medijų rūšims, bei kitokias pramogas, vienas iš kūrėjų ir jos direktorius tvarkytojas.

Jau po kelerių metų pamatysime pirmąją kartą tų suaugusiųjų, kurių kiekviena gyvenimo akimirka bus užfiksuota. Tai bus karta, kurios visi svarbiausi gyvenimo įvykiai (gimimas) bus dokumentuoti ir išplatinti visame pasaulyje. Žinoma, ne tik patys svarbiausi, bet ir visiškai paprasti įvykiai: kaip jie valgo makaronus, kaip pavėluoja į traukinį, kaip jiems tą dieną labai nesiseka darbe, jų išvykos slidėmis ir šunyčiai.

Tos išvykos slidėmis ir šunyčiai bus ne paprasčiausi įvykiai – jie taps duomenimis, sudarančiais globalinę išplatintų prisiminimų duomenų bazę. Tinkle jie yra skaitmeninių nuotraukų pavidalu – 3 mlrd. *Flickr* svetainėje, 10 mlrd. socialiniame *Facebook* tinkle. Jie buvo tinklaraščio žinutės, o dabar yra ir „tvitai" (žinutės socialiniame *Twitter* tinkle) (1 mlrd. per pusantrų metų). Jie tapo *Facebook* žinutėmis, *Dopplr* žurnalais, naujausia *Last.fm* muzikos katalogo informacija.

Vis daugiau mūsų pėdsakų bus pasyvūs ar pusiau pasyvūs. Pagalvokite apie *Loopt* kompanijos įtaisus, leidžiančius mums sekti save ir savo draugus su globalinės padėties nustatymo sistemos (*GPS*) įtaisu. Pagalvokite apie balso pašto transkribavimo įtaisus, kurie žodinius pranešimus transkribuoja į tekstines žinutes, atsiduriančias tarp elektroninio pašto žinučių ir galinčias išlikti amžinai. Daina, kurios dabar klausotės, greičiausiai atsidurs kokioje nors duomenų bazėje. Nuotrauka, kurią dabar imate, gali turėti informaciją, rodančią joje pavaizduoto objekto buvimo vietą (geografinę platumą ir ilgumą).

Ryškus viso šio aktyvaus ir pasyvaus įrašų saugojimo apimčių didėjimas iš naujo apibrėžia vieną iš svarbiausių to, ką reiškia būti žmogumi, elementų – būtinybę *prisiminti*. Einame link kultūros, kuri šią esminę egzistencijos savybę perduoda mašinoms – tam dideliam ir plačiai pasiskirsčiusiam protezui. Ta infrastruktūra jau egzistuoja ir veikia, o visai netrukus gyvensime su pirmąja karta tų suaugusiųjų, kurie joje praleis visą savo gyvenimą.

1992 m. dailininkas Tomas Beirlis (*Thomas Bayrle*) rašė, kad viena iš didžiausių ateities klaidų bus ta, kad viskas bus skaitmenizuota, ir *atmintį* supainiosime su *duomenų kaupimu*. Tikrojoje atmintyje svarbu tai, ir nuo skaitmeninio laikymo ji skiriasi tuo, kad yra netobula: klystanti ir pasiduodanti poveikiams. Laikui bėgant, ji išnyksta (išnykimas yra tarsi mūsų mirties repeticija). Mūsų gebėjimai prisiminti, iškreipti ir pamiršti yra tai, kas daro mus tokius, kokie esame.

Sukūrėme infrastruktūrą, kuri užmiršimą daro neįmanomu dalyku. Jai tvirtėjant ir įsiskverbiant į kiekvieną kasdieninio gyvenimo elementą ir prisiminimą padarys neįmanomu dalyku. Pasikeitus tam, ką reiškia prisiminti, pakeis ir tai, ką reiškia būti.

Yra žmonių (tai neurologiniai kraštutiniai atvejai), turinčių puikią momentinę atmintį, įsimenančių viską. Tai mūsų būsimosios kultūros pranašai. Vienas iš jų yra 49 metų Džilė Prais (*Jill Price*), kurios trumpas aprašymas pateiktas žurnale *Der Spiegel*:

*Turėdama gerą atmintį, ji negali pamiršti jokio pikto žodžio, jokios klaidos, jokio nusivylimo, jokio sukrėtimo ir jokio skausmingo įvykio. Laikas negydo jos žaizdų. „Negaliu žvelgti į praeitį per atstumą, – sako ji. – Man atrodo, kad viską patiriu vėl ir vėl, ir tie prisiminimai man kaskart sukelia vis tas pačias emocijas. Tai tarsi kažkoks begalinis chaotiškas filmas, galintis visai pribaigti mane, nes nėra mygtuko jam sustabdyti.“*

Toks pat yra ir Stivo Mano (*Steve Mann*), Toronto universiteto kompiuterių inžinieriaus, gyvenimas. Jis daug metų pasyviai užrašinėjo savo gyvenimą kompiuteriais. Tai mažai tikėtinas ateities scenarijus, tačiau kaip ir bet kokia karikatūra jis remiasi žmogiškais bruožais, kurie, laikui bėgant, darysis vis geriau matomi. Duomenų apdorojimas, įrašymas ir perdavimas radijo ir

televizijos tinklais, dabar matomi S. Mano darbe, atsiras kasdieninėje veikloje, pavyzdžiui, socialinių tinklų žinutėse, mobiliuoju telefonu daromose nuotraukose, *GPS* rodomuose maršrutuose. Visa tai pateks į išorinę atmintį, prieinamą visiems, ir ją galės susirasti kiekvienas, kas tik panorės.

Šias eilutes rašau Naujųjų metų išvakarėse. Iš socialinio *Twitter* tinklo šiandien sužinojau, kad trys draugai, nepriklausomai vienas nuo kito, pasižiūrėjo į *Flickr* interneto svetainę norėdami prisiminti, ką veikė tokiu metu lygiai prieš metus. Norėčiau sutikti Naujuosius metus, gebėdamas prisiminti, kas buvo prieš metus, bet kartu ir sugebėdamas tai pamiršti. Kitos kartos žmonės jau nebegalės pamiršti nė vienerių praėjusių metų, bet jiems bus sunkiau ir juos prisiminti. Kas pakeis viską? Ogi mūsų gebėjimas prisiminti, kas tas viskas yra. Buvo. Ir kas nebuvo.

# DIRBTINĖS SAVE KOPIJUOJANČIOS MEMŲ MAŠINOS

## SUSAN BLACKMORE

SUZANA BLAKMUR yra psichologė ir knygos „Sąmonė: įvadas“ (*Consciousness: An Introduction*) autorė.

Aplink mus vis gausėja techninių memų, jie rengiasi perimti valdymą. Bet tai daro nesąmoningai; tiesiog yra savanaudžiai kopijuotojai ir daro tai, ko ir reikėtų laukti iš savanaudžių kopijuotojų: kopijuoja, kada tik gali ir kur tik gali, neatsižvelgdami į to pasekmes. Šiuo atveju jie naudoja mus – žmogiškas memų mašinas – kaip savo pirmosios pakopos kopijavimo mašinas, kol sukurs geresnių.

Dirbtinės memų mašinos visą laiką tobulėja, ir kai jos pradės kopijuoti save, pasikeis viskas. Tada joms mūsų nebereikės. Tolesnei jų evoliucijai bus visai nesvarbus mūsų likimas – gyvensime ar išmirsime, mūsų planeta ir toliau bus tinkama mums gyventi ar taps nebetinkama.

Norėčiau manyti, kad mūsų planeta yra viena iš milijono, o gal tik viena iš trilijono, kurioje galėjo prasidėti evoliucija. Evoliucijai reikėjo tokio kopijuotojo, kuris gebėtų kopijuoti dalykus, juos pakeisdamas ir atrinkdamas. Č. Darvinas suprato: jei kopijų bus padaryta daugiau, nei jų galės išlikti, tai išlikusieji perduos kitai išlikusiųjų kartai tai, kas jiems padėjo išlikti. Pagal šį principą viskas visatoje ir vyksta.

Rečiau pagalvojama apie tai, kad vienas kopijuotojas gali gyventi kito sąskaita, kopijuoti naudodamas jo įtaisus. Taip ir atsitiko čia, Žemėje. Pirmasis iš svarbiausių kopijuotojų (didžiąją Žemės egzistavimo dalį jis buvo vienintelis ir tebevyrauja iki šiol) buvo genai. Augalai ir gyvūnai yra genų mašinos – fiziniai įtaisai genetinei informacijai pernešti, jai saugoti ir platinti. Tačiau čia, Žemėje, atsitiko toks dalykas, kuris pakeitė viską: vienas iš tų genų įtaisų, dvikojė beždžionė, išmoko mėgdžioti.

Imitavimas yra kopijavimo rūšis. Tos beždžionės kopijavo veiksmus ir garsus, kūrė naujus senų veiksmų ir garsų variantus bei derinius. Šitaip jos išlaisvino naują kopijuotoją – memus (jų kopijuojamas kultūros idėjas bei praktikas). Vos per kelis milijonus metų tos beždžionės pasikeitė, įgijo didžiules smegenis, vikrias rankas, pasikeitė jų gerklė ir krūtinės ląsta, kad galėtų kopijuoti daugiau garsų ir tiksliau atlikti veiksmus. Jos tapo memų mašinomis.

Nežinome, ar mūsų visatoje yra kokia nors kita planeta su dviem kopijuotojais, nes jos gyventojai nesugebėtų pranešti mums apie save. Žinome tik tiek, kad mūsų planeta šiuo metu gimdo trečiąjį kopijuotoją; tai leis kopijuoti visos planetos mastu.

Šis procesas prasidėjo pamažu ir nuolat spartėja (evoliuciniams procesams tai būdinga). Šumerų atspaudai molyje išsaugojo verbalinius memus, juos pamatyti ir nusikopijuoti galėjo ir kiti žmonės. Spausdinimo išradimas reiškė galimybę didinti kopijavimo tikslumą ir kopijų skaičių. Keliai ir geležinkeliai leido plačiau paskleisti tas kopijas, kurių vis garsiau reikalavo žmonės visame pasaulyje. Kompiuteriai padidino kopijų skaičių ir jų tikslumą. Paprastai visa tai vaizduojama kaip žmonių išradingumo didėjimo procesas, kuriant nuostabias technologijas žmonių naudai, valdomas tų žmonių. Tai siaubingai antropocentrinis to, kas vyksta, įsivaizdavimas. Tai panagrinėkime kitu požiūriu.

Spausdinimo mašinos, geležinkelių tinklai, telefonai ir kopijavimo aparatai yra vienos iš pirmųjų dirbtinių memų mašinų, tačiau jos leido žengti tik vieną, du ar tris evoliucijos algoritmo žingsnius. Pavyzdžiui, knygose memai laikomi, o spausdinimo mašinos juos kopijuoja, bet juos keičia vis dar žmonės (tą jie daro rašydami knygas, jungdami žodžius naujais būdais); jie daro ir jų atranką (pasirinkdami, kokias knygas pirkti, skaityti ar perspausdinti).

Mobilieji telefonai saugoja memus ir perduoda juos dideliais atstumais, tačiau tuos memus vis tiek keičia ir atrenka žmonės. Net internete didžiąją atrinkimo dalį atlieka žmonės, nors ši padėtis greitai keičiasi. Kadangi mes – tos

senamadės, sumaigytos gyvos memų mašinos – tapome užverstos įvairiais memais, tai mielai leidžiame paieškos sistemoms ir kitokiai programinei įrangai perimti galutinės atrankos procesą.

Ar kartais netyčia neišlaisvinome trečiojo kopijuotojo, kuris naudojasi žmonių memais? Manau, tai padarėme. Informacija, kurią tos mašinos kopijuoja, nėra žmonių kalba ar veiksmai. Tai skaitmeninė informacija, besivaržanti dėl vietos didžiuliuose serveriuose ir elektroniniuose tinkluose, kopijuojama labai tiksliai atgaminančių elektroninių procesų. Kai tos mašinos daro visus tris – kopijavimo, keitimo ir atrankos – procesus, galima drąsiai sakyti, kad atėjo naujas kopijuotojas.

Tuos trečiojo lygio kopijuotojus galima pavadinti „temais“ (technologiniais memais) arba „tremais“ (tretiniais memais). Kad ir kaip juos vadintume, jie ir jų kopijavimo mašinos jau yra čia. Manėme, kad kuriame išmanias priemones savo labui, bet iš tikrųjų akli ir neišvengiami evoliucijos procesai pasinaudojo mumis kaip tramplinu pereiti į kitą evoliucijos lygį.

Kai memai evoliucionavo kartu su genais, jie genų mašinas (mechanizmus) pavertė memų mašinomis. O temai dabar verčia mus temų mašinomis. Daug žmonių ištisas dienas užsiima vien tik temų kopijavimu ir perdavimu. Žmonių vaikai išmoksta skaityti labai anksti (tai visiškai nenatūralus procesas, prie kurio pripratome tik visai neseniai).

Žmonės pradeda toleruoti pažinimą gerinančius preparatus, miego laiką trumpinančius preparatus ir net elektroninius implantus, gerinančius gebėjimus manipuliuoti memais. Ir toliau manome, jog visa tai valdome, bet, žvelgiant iš memų pozicijų, esame tik paslaugūs jų evoliucijos pagalbininkai.

Tai koks gi tas žingsnis, kuris pakeis viską? Šiuo metu temams dar tebereikia mūsų savo mašinoms kurti ir jėgainėms eksploatuoti, lygiai taip pat, kaip genams reikėjo žmonių kūnų, kad jie juos kopijuotų ir aprūpintų energija. Tačiau mes, žmonės, esame silpnos, kvailokos, žemos kokybės kopijavimo mašinos; kad galėtume išlikti, mums reikia sveikos planetos su tinkamu klimatu ir tinkamu maistu. Kitas žingsnis bus žengtas, kai tos mašinos, kurias tariamės sukūrę, kopijuos save. Pirmiausia tai gali įvykti nanotechnologijų srityje arba išsivystyti iš serverių bei didelių temų mašinų, turinčių savą apsirūpinimo energija sistemą ir gebėjimą susiremontuoti.

Tada tapsime laisvi. Tai iš tikrųjų pakeis viską.

# MALTUSO STILIAUS INFORMACIJOS BADAS

## CHARLES SEIFE

ČARLZAS SEIFAS yra Niujorko universiteto žurnalistikos profesorius ir knygos „Visatos iššifravimas: kaip naujasis informacijos mokslas aiškina viską, kas tik yra kosmose, nuo mūsų smegenų iki juodųjų skylių“ (*Decoding the Universe: How the New Science of Information Is Explaining Everything in the Cosmos, from Our Brains to Black Holes*) autorius.

Pirmą kartą žmonės gali pasiekti savotišką nemirtingumą. Vos prieš keletą metų buvome priversti taikytis tik su nedaugelio savo gyvenimo įvykių archyvavimo galimybe. Kelios išblukusios nuotraukos priminė dieną, praleistą zoologijos sode, prisiminimus papildė keli ranka rašyto dienoraščio lapai, nušiurusi vaizdajuostė su gimtadienio šventimo scenomis, gal dar kokia nors šeimos legenda, atsiradusi prieš tris ar keturias kartas – štai ir viskas, kas išliks mums mirus. Visa kita, visi mūsų prisiminimai ir visos žinios, mums mirus, išsisklaidys.

Ši era jau pasibaigė. Jau galime įrašyti realiu laiku garso ar vaizdo laikmenose visą savo gyvenimą. Mažytė filmavimo kamera ir mikrofonas belaidžiu būdu gali perduoti ir kaupti viską, ką tik per visą savo gyvenimą matėme ir girdėjome. Kelių tūkstančių terabaitų talpos laikmenų pakaks laikyti audiovizualinę bet kurio žmogaus viso gyvenimo patirtį nuo lopšio iki kapo duobės.

Pigūs skaitmeniniai atminties įrenginiai jau pradėjo keisti mūsų visuomenę, bent mažu mastu. Kompaktiniai diskeliai jau tapo tokia pat keistenybe,

kaip ir ilgai grojančios plokštelės. Visą savo muzikos įrašų kolekciją šiandien jau galima sutalpinti kredito kortelės dydžio įrenginyje. Fotografams jau nebereikia nešiotis diržų su filmų juostelėmis.

Didelės duomenų bazės kadaise siejosi su dideliais kambariais, pilnais besisukančių magnetinių juostų, o dabar jos laisvai keliauja po visą pasaulį, kai koks nors išsiblaškęs valdininkas palieka ne vietoj savo nešiojamąjį kompiuterį. *Google* stengiasi aprėpti viso pasaulio literatūrą ir pervesti ją į skaitmeninį formatą. Stebina, kad šis uždavinys šiuo metu susiduria daugiau su teisinio, o ne su techninio pobūdžio kliūtimis.

Tačiau kur kas svarbiau yra tai, kad dėl didelių skaitmeninės atminties apimčių pasikeis žmonių santykis su informacija. Didžiąją žmonijos egzistavimo dalį žmonių gebėjimas kaupti ir perduoti žinias buvo labai ribotas. Kas kartą, kai tik jie sugalvodavo geresnį būdą išsaugoti duomenis ir perduoti juos savo kolegoms bei palikuonims (pereinant nuo žodinės istorijos prie rašytinės kalbos, prie knygų spausdinimo ir pagaliau prie kompiuterių amžiaus), jų civilizacija padarydavo didelį šuolį.

Dabar jau artėjame prie to taško, kai pajėgsime archyvuoti kiekvieną žinutę, kiekvieną telefoninį pokalbį, kiekvieną bendravimą žmonių, esančių bet kurioje mūsų planetos vietoje. Tūkstančius metų stokojome informacijos, galinčios tapti idėjų žaliava. Dabar greitai jos turėsime per daug.

Deja, net toje gausoje išvengti bado vis tiek nepavyks. Yra keli šimtai milijonų tinklaraščio pranešimų, jų skaičius kasmet beveik padvigubėja, o didžioji dauguma jų yra neįdomūs, neverti skaityti. Kiekvieną dieną išsiunčiama šimtai milijardų elektroninio pašto žinučių; dauguma jų (naujausiais vertinimais apie 70 proc.) yra brukalai.

Susidaro įspūdis, kad šioje srityje galioja Maltuso principas: bendras informacijos augimas yra eksponentinis, o naudingos informacijos – tik linijinis. Naudingi signalai paskęs triukšmuose. Tuo metu, kai mes, kaip biologinė rūšis, pagaliau turime pakankamai talpią atmintį kiekvienai savo minčiai išsaugoti joje, kai galime visą savo patirtį laikyti skaitmeninėje terpėje, bus sunku išvengti tos košmariškos būsenos, kai paskęsime savo protinės veiklos atliekose.

Esame prie didžiulių permainų slenksčio: mūsų žinojimą dabar riboja jau ne tik gebėjimas rinkti informaciją ir ją įsiminti, bet ir išmintingas suvokimas, kada ją ignoruoti ir kada pamiršti.

# MINČIŲ SKAITYMAS

## KENNETH W. FORD

KENETAS FORDAS yra išėjęs į pensiją fizikas ir knygos „Geonai, juodosios skylės ir kvantinės putos: gyvenimas fizikoje“ (*Geons, Black Holes, and Quantum Foam: A Life in Physics*) bendraautoris (su Džonu Arčibaldu Vyleriu (*John Archibald Wheeler*)).

Kažkada jau po mano mirties kažkur kažkokia mokslininkų grupė suras būdą, kaip skaityti mintis, remiantis smegenų skleidžiamais signalais. Ši idėja nėra tos pačios kategorijos kaip žmonių teleportacija, kuri nors ir teoriškai įmanoma, bet praktiškai išlieka gryna fikcija. Minčių skaitymas, mano nuomone, yra visai tikėtinas dalykas. Be to, kaip žinome iš standžiųjų diskų bei atmintukų, gebėjimas skaityti nereiškia gebėjimo rašyti. Mintis bus galima įdiegti.

Kai kas tokiai pažangai karštai pritars. Juk tai labai padės išsiblaškiusiems, leis bendrauti net nebyliams, užbėgs už akių terorizmui ir nusikalstamumui, galbūt padės gydyti ir psichines ligas. (Tai leis sumažinti ir tekstų apimtis bei taps tokia pat patikima tema karikatūristams, kaip negyvenama sala ar lovos reikalai.) Kiti visai pagrįstai dėl to apgailestaus, nes tai reikš galutinį įsibrovimą į žmogaus privatumą.

Žaidimas iš tikrųjų keičiasi, jei ryžtamės žaisti ir toliau. Maždaug prieš 40 metų dar gyvenome amžiuje, kai galiojo principas: „jei tai techniškai įmanoma, tai ir įvyks“. Dabar jau gyvename amžiuje „jei tai techniškai įmanoma, tai galime rinktis“. Tokioje įvykių raidoje buvo svarbus 1971 m. Jungtinių Valstijų priimtas sprendimas neplėtoti viršgarsinio transporto. Viršgarsinis jų transportas vargu ar būtų pakeitęs žaidimą, bet sprendimas jo neplėtoti reiš-

kė takoskyrą technikos istorijoje. Žinoma, nuo tada (jei leisite pareikšti savo nuomonę) turėjome pasakyti „ne“ ir Tarptautinei kosminei stočiai, bet to nepadarėme, ir turėjome pasakyti „taip“ superlaidžiajam superkolaideriui, bet ir to nepadarėme. Taigi mūsų gebėjimus rinktis dar reikia tobulinti.

Kadangi tai, kas techniškai įmanoma, gausiai reiškiasi visu savo sudėtingumu, išlaidomis ir pasekmėmis žmonijai, tad turėtume dažniau užduoti sau klausimą, ar reikėtų tą ar kitką daryti. Paimkime kad ir minčių skaitymą. Galima daryti gan patikimą prielaidą, kad tam reikalingą prietaisą reikės patalpinti netoli tiriamų smegenų. Tai reikš, kad galimybė rinktis išliks.

Galėsime leisti gaminti ir pardavinėti tokius prietaisus, bet galėsime ir uždrausti tai daryti. Galėsime leisti tik ypatingais atvejais (panašiai kaip dabar bandome daryti su pokalbių klausymu). Nereikėtų daryti tik vieno dalyko – pakelti rankas aukštyn ir pasakyti: „Jei tik tai padaryti įmanoma, tai ir bus daroma.“ Man norėtųsi išsaugoti galimybę kai kurias savo mintis pasilikti sau, ir tikiuosi, kad mano palikuonys tokią pasirinkimo galimybę taip pat turės.

# TIKRAS MELO DETEKTORIUS

## SAM HARRIS

SEMAS HARISAS yra neuromokslininkas, kartu su savo žmona Anaka Haris (*Annaka Harris*) įkūręs pelno nesiekiantį fondą *Reason Project*, skirtą skleisti visuomenei mokslo žinias ir pasaulietines vertybes. Jis taip pat yra knygos „Laiškas krikščionių tautai“ (*Letter to a Christian Nation*) autorius.

Įvertinant tai, kiek apgavystės kainuoja visuomenei, reikia atsižvelgti į visas su jomis susijusias piktadarystes – vedybinę neištikimybę, finansines piramides, iš anksto suplanuotas žmogžudystes, teroristų žiaurumus, genocidą ir t. t. Juos kiekviename žingsnyje puoselėja ir palaiko melas. Vertinant šiame platesniame kontekste, apgavystės užsirekomenduoja kaip svarbiausias žmonių bendradarbiavimo priešas, kuris, ko gero, piktesnis net už smurtą. Tik pagalvokite, kaip pasikeistų pasaulis, jei taptų neįmanoma meluoti, ir tiesa būtų išties svarbi.

Minčių skaitymo metodo vystymasis, be abejo, tebėra vaikystės stadijos. Tačiau patikimai nustatyti melą bus daug lengviau, negu tiksliai skaityti mintis. Neatsižvelgiant į tai, ar kada nors pavyks iššifruoti nervų kodą, leidžiantį prieiti prie asmeninių žmogaus minčių, prisiminimų ir suvokimų, beveik garantuotai sugebėsime nustatyti, ar kalbantis tas ar kitas žmogus sąžiningai dėsto savo mintis, prisiminimus ir suvokimus.

Palyginti su daugeliu kitų hipotetinių proveržių, aprašytų atsiliepiant į šių metų *Edge* klausimą, patikimo melo detektoriaus sukūrimas bus tik labai ne-

didelis žingsnis pirmyn, palyginti su tuo, kas šiandien įmanoma šioje srityje. Kai tik šis metodas bus sukurtas, jis pakeis (beveik) viską.

Didžiausias mūsų visuomenės pasikeitimas įvyks tik tada, kai melo detektoriai taps ir plačiai prieinami, ir nekris į akis. Kam kriminalinius kaltinamuosius ar terminuotųjų sandorių fondų vadovus varyti į laboratoriją, kur jie patirtų visą valandą trunkančią erzinamą smegenų skenavimo procedūrą? Gali ateiti toks laikas, kai kiekvienoje teismo salėje ir kiekviename kompanijos valdybos posėdžių kambaryje bus reikiama techninė įranga, paslėpta už medinių sienų plokščių.

Vėliau visi civilizuoti žmonės susitaikys su prielaida, kad visada, kai tik vyksta kokie nors svarbūs pokalbiai, bus stebimas visų jų dalyvių pasisakymų teisingumas. Neturintys blogų ketinimų tose privalomo atvirumo zonose jausis gerai. Lygiai taip pat, kaip įpratome tikėtis, kad daugelyje viešųjų vietų nebus nuogybių, sekso, garsaus plūdimosi ir rūkymo, ir dabar net nebegalvojame, kad, išeinant iš savo namų, reikia pakeisti elgesį, greičiausiai įprasime tikėtis, kad kai kuriose vietose ir kai kuriais atvejais būtų skrupulingai sakoma tiesa.

Dauguma jau nebelaikysime savo laisvės apribojimu draudimo meluoti per spaudos konferenciją ar per priėmimo į darbą pokalbį, kaip dabar tuo nelaikome draudimo nusimauti kelnes restorane. Nesvarbu, veiks ar neveiks tas metodas taip, kaip tikimės, jau vien tik tikėjimas, kad jis apskritai veikia, itin pakeis mūsų kultūrą.

Teisiniame kontekste kai kurie mokslininkai jau pradėjo nerimauti, kad patikimas melavimo fakto nustatymas reikš asmens konstitucinės teisės neliudyti prieš save, numatytos Penktojoje JAV Konstitucijos pataisoje, pažeidimą. Tačiau ši Penktoji pataisa jau neatsilaikė prieš technikos pažangą. Aukščiausiasis Teismas nusprendė, kad kaltinamieji privalo pateikti savo kraujo bei seilių mėginius ir kitokius fizinius įrodymus, galinčius įrodyti jų kaltumą.

Tiesą sakant, draudimas privalomai pateikti įrodymus, atrodo, yra senųjų prietaringesnių laikų atgyvena: kadaise buvo plačiai paplitęs tikėjimas, kad melavimas, davus priesaiką sakyti tiesą, visiems laikams pasmerks sulaužiusio priesaiką žmogaus sielą. Abejoju, ar net fanatiškiausi fundamentalistai krikščionys dabar mano, jog priesaika, duota, padėjus ranką ant teismo salėje esančios Biblijos, turi tokią didžiulę reikšmę.

Žinoma, jokios technikos nėra be trūkumų. Kai jau turėsime gerą melo detektorių, teks kentėti nuo jo teigiamų ir neigiamų klaidų. Savaime aišku, tokios klaidos sukels etinio ir teisinio pobūdžio rūpesčių. Tačiau tam tikras klaidų skaičius galų gale bus laikomas priimtinu. Nepamirškime, kad ir dabar ištisus dešimtmečius žmones laikome kalėjime ar net įvykdome mirties bausmę, žinodami, kad kai kurie iš kaltinamųjų nuteisiami neteisingai, o kai kurie išteisintieji yra pavojingi psichopatai, kurie garantuotai nusikals. Neturime kito pasirinkimo, kaip tik pasikliauti kriminalinio teisingumo sistema, nors teisėjai ir prisiekusieji yra blogai sureguliuoti melo detektoriai, linkę klysti. Viskas, kas galėtų nors kiek padidinti šios senosios sistemos efektyvumą, padidins ir teisingumo procentą mūsų pasaulyje.

Yra keletas priežasčių abejoti, ar bet kuris iš mūsų dabar turimų nervų veiklos vaizdų gavimo būdų, sakykim, *fMRI,* padės sukurti praktinį minčių skaitymo būdą. Deja, nervų veiklos vaizdavimo fizika žmonių išradingumui gali pasiūlyti tik tiek. Todėl gali būti, kad melo nustatymo pigiais paslėptais prietaisais amžius neateis niekada, ir būsime priversti pasikliauti brangia ir gremėzdiška aparatūra. Bet net tokiu atveju manau, jog drąsiai galima sakyti, kad nebe toli tas laikas, kai meluoti apie svarbius, reikšmingus dalykus taps visiškai neįmanoma. Šis faktas, be abejo, bus plačiai garsinamas; galima tikėtis, kad svarbiais atvejais bus prieinama ir atitinkama technika. To žinojimas labiau už nepaliaujamą tokios aparatūros naudojimą ir bus pats svarbiausias dalykas.

# RADIOTELEPATIJA: TIESIOGINIS SMEGENŲ KOMUNIKAVIMAS TARPUSAVYJE

## FREEMAN DYSON

FRYMANAS DAISONAS yra Aukštesniojo lygio tyrimų instituto fizikas teoretikas ir knygos „Mokslininkas kaip maištininkas“ (*The Scientist as Rebel*) autorius.

Kas pakeis viską? Kokių žaidimą keičiančių mokslo idėjų ir laimėjimų tikitės sulaukti iki savo gyvenimo pabaigos?

Kadangi man jau 85 metai, tai nebegaliu tikėtis, kad per dar likusį gyventi laiką įvyks kokių nors didelių mokslo permainų. Todėl prašau leisti pakeisti šį klausimą taip, kad taptų įdomesnis: „Kokių žaidimą keičiančių idėjų ir laimėjimų gali tikėtis sulaukti mūsų anūkai?“

Manau, kad kai kurie iš mano anūkų bus gyvi dar 80 metų, taigi pakankamai ilgai, kad neuromokslas spėtų tapti vyraujančia keičiančia žaidimą mokslo šaka. Tikiuosi, genetika ir molekulinė biologija dominuos dar 50 metų, o tada ateis eilė neurologijai. Neurologija negailestingai pakeis žmonių gyvenimą, kai tik sukursime prietaisus detaliai stebėti iš išorės ir nukreipti norima kryptimi žmogaus smegenų veiklą.

Esminiai faktai, kurie įgalins detaliai stebėti ar valdyti smegenis, yra tokie. Mikrobanginiai signalai lengvai įsiskverbia į smegenų audinius kelis centimetrus. Jie susilpnėja visai mažai, tad tuos signalus galima perduoti iš vidaus ir registruoti išorėje. Mažų mikrobanginių siųstuvų ir imtuvų juostų pločiai yra gigaherciniai, o neuronų juostų pločiai – kiloherciniai.

Mikrobanginio siųstuvo smegenų viduje juostos plotis pakankamas, kad galėtų perduoti į išorę informaciją apie milijono neuronų veiklą. $10^5$ mažyčių siųstuvų smegenų viduje sistema su $10^5$ imtuvų išorėje gali detaliai valdyti $10^{11}$ neuronų veiklą. Tuos mikrobanginius signalus galima užkoduoti taip, kad būtų galima identifikuoti kiekvieno iš tų $10^{11}$ neuronų veiklą pagal signalo, kurį jis perduoda ar priima, kodą.

Šiomis fizinėmis priemonėmis taps įmanoma „radiotelepatijos“ praktika – jausmus ir mintis tiesiogiai perduoti iš vienų smegenų į kitas. Senąjį telepatijos mitą, grindžiamą okultinių, vaiduokliškų jėgų veikimo per atstumą idėja, pakeis proziška fizinėmis priemonėmis sukeltos telepatijos rūšis. Kad radiotelepatija taptų įmanoma, pakanka išrasti dvi naujas technologijas: pirma, tiesioginį nervų signalų vertimą radijo signalais; antra, mikroskopinių radijo siųstuvų ir imtuvų įvedimą į gyvas smegenis. Neturiu supratimo, kaip tai bus pasiekta, bet tikiuosi, kad sparti neuromokslų pažanga tai įgalins padaryti dar iki XXI a. pabaigos.

Nesunku įsivaizduoti, kad radiotelepatija taps galinga socialinių permainų priemone, naudojama tiek geriems, tiek blogiems tikslams. Ji gali tapti viso pasaulio žmonių tarpusavio supratimo ir taikaus bendradarbiavimo pagrindu. Tačiau ji gali būti ir tironiškos priespaudos bei neapykantos tarp visuomenės grupių kurstymo pagrindas. Čia galima pasakyti tik tiek, kad žmonių patirties ir supratimo galimybių padaugės iš esmės. Radiotelepatijos ryšiais susietos visuomenės gyvenimas bus visiškai kitoks.

Jau mūsų anūkams teks kurti naujas žaidimo taisykles, kad radiotelepatijos padariniai būtų veikiau konstruktyvūs, o ne destruktyvūs. Nė kiek ne per anksti jiems pradėti galvoti apie paveldėsimas atsakomybes. Pirmoji žaidimo taisyklė, kurią turėtų būti ne per daug sunku paversti įstatymu, yra užtikrinti, kad kiekvienas individas turėtų garantuotą galimybę radiotelepatiją bet kuriuo metu išjungti, atsiradus kokiai nors priežasčiai ar net be jos. Komunikavimo technologijoms vis labiau braunantis į žmonių gyvenimą, privatumą reikia išsaugoti kaip pagrindinę žmonių teisę.

Kitas galimybių ir atsakomybių laukas atsivers, kai radiotelepatija išsiplės ir apims bendravimą ne tik su žmonėmis, bet ir su kitais gyvūnais. Tada galėsime tiesiogiai patirti tą džiaugsmą, kurį jaučia skrendantis paukštis ar medžiojanti vilkų ruja, arba sužeisto elnio ar išbadėjusio dramblio skausmą. Savo kūnu pajusime tos bendruomenės, kuriai priklausome, gyvenimą. Neprarandu vilties, kad mūsų smegenų ryšys su kitų gyvūnų smegenimis prisidės prie to, kad taptume geresni savo planetos šeimininkai.

# MAŽI POKYČIAI TURI LABAI DIDELIŲ PASEKMIŲ


## BARRY C. SMITH

BARIS SMITAS yra Londono universiteto Aukštesniojo lygio tyrimų mokyklos Filosofijos instituto direktorius ir knygos „Savo protų pažinimas“ (*Knowing Our Own Minds*) redaktorius (kartu su Krispinu Raitu (*Crispin Wright*) ir Sintija Makdonald (*Cynthia Macdonald*)).


Galvojant apie fundamentinius pokyčius, kyla pagunda pažvelgti į netolimą praeitį – į internetą ir mobilųjį telefoną. Net trumpam netekęs ryšio su pirmuoju iš jų, žmogus gali pasijusti netekęs savo pojūčių, jis tarsi laikinai praranda regėjimą ar klausą. O mobiliųjų telefonų prieinamumas skatina poreikį bendrauti; kam būti vienam, jei bet kada galima susikviesti kompaniją?

Nė viena iš šių technologijų nėra optimali, ir joms arba mums teks prisitaikyti. Gerai pažįstami yra nusiskundimai, kad elektroninis paštas didina mūsų darbo krūvį, o mobilieji telefonai tarsi pririša prie elektroninės grandinės. Elektroninis paštas gali tapti ir kurstymo įrankiu, o mobilieji telefonai gali atitraukti nuo to, kas vyksta aplink mus. Taigi tos technologijos verčia jaustis nepatogiai: negalime gyventi ir su jomis, ir be jų. Ar, sprendžiant šią problemą, ateis į pagalbą ateities technologijos, ar tiesiog būsime priversti prisitaikyti?

Dirbtinio intelekto kūrėjai mėgdavo pasvajoti apie kalbančias rašomąsias mašinėles, o dabar tos svajonės vis labiau artėja prie kasdieninės tikrovės. Kam rašyti elektroninio pašto žinutes, jei jas galima padiktuoti? Kam jas skaityti,

jei galima klausyti, kaip jas skaito gal net paties siuntėjo balsu, o pačiam tuo metu užsiimti kitu darbu? Ar tai negalėtų sumažinti kurstomojo elektroninio pašto žinučių pobūdžio?

Mobilusis telefonas, mūsų kitas bendravimo įtaisas, be kurio nebegalime apseiti, irgi turi problemų. Visai to nenorėdami, girdime kitų žmonių pokalbius. Prarandame varžymąsi ir nebekreipiame dėmesio į aplinką, stengdamiesi kuo geriau pagauti pašnekovo kalbos niuansus – subtilius garso signalus, perteikiančius nuotaiką ir prasmę, nors šioje terpėje daugelis jų tiesiog išnyksta. Gal kaip tik dėl to žmonės, kalbėdami mobiliaisiais telefonais, yra atviresni, nes pasąmonės lygyje jaučia, kad mažiau išsiduos. Kalbantis akis į akį, dėmesys nukreiptas į visus pašnekovo požymius.

Ta kombinuota patirtis vienu metu gali perteikti labai daug informacijos. Nesant tokių daugiamodalių požymių, visą savo dėmesį nukreipiame į patį pokalbį, ir to pasekmės dažnai būna labai pavojingos. Pavyzdžiui, tokia situacija susidaro, kai, vairuodami automobilį, net ir naudodami laisvųjų rankų įrangą, pamirštame, ką darome. Ar gali technika įveikti šias problemas?

Čia man primenama apie didžiules permainas, įvykusias viduramžiais, kai žmonės transformavo savo kognityvinį gyvenimą, išmokę skaityti tylomis. Iš pradžių knygas skaitė garsiai. Vienuoliai, be abejo, skaitė pašnibždomis, bet ir toks skaitymas, patalpoje esant daugeliui žmonių, turėjo labai blaškyti dėmesį. Šv. Ambraziejus stebino savo bendratikius, tarp jų ir šv. Augustiną, gebėjimu įsisavinti teksto puslapiuose esančią informaciją, neištardamas žodžių.

Tuo metu toks jo gebėjimas buvo laikomas stebuklingu, tačiau palaipsniui visi išmokome skaityti tyliai, sužinotą informaciją pasilikdami savo viduje. Šis paprastas skaitymo patobulinimas, tuo metu laikytas tikru stebuklu, labai pakeitė žmonių protus: šitaip prasidėjo intensyvaus asmeninio mokymosi metas, taip gerai pažįstamas šiandien.

Ar toks žmonių proto persitvarkymas vyks ir mūsų laikais? Ar galėsime kada nors kalbėtis, nepraverdami burnos? Jei taip, tai vėl bus atkurta viešųjų vietų ramybė. Neseniai matėme, kaip beždžionė ant bėgtakio vien tik savo protu sugebėjo valdyti už tūkstančių mylių ant tokio pat bėgtakio esančio roboto judesius (tiesa, tik trumpą laiką). Čia reikės kažko subtiliai kitoniško, net ne mažiau stebinančio: būdo, kaip valdyti mintimis ir gebėti išsiųsti smegenų

žievės motoriniuose centruose susidarančius signalus, kurie paprastai keliauja į kalbos organus ir galiausiai išreiškiami kalbos garsais.

Tuos signalus galėtų siųsti įtaisas, galbūt implantuotas; kiti įtaisai, esantys imtuvuose, galėtų juos perskaityti ir stimuliuoti panašius signalus žmogaus, su kuriuo bendraujame, motoriniuose smegenų žievės centruose. (Ar tai padaryti įmanoma, iš dalies priklauso ir nuo to, ar motorinė velionio Alvino Libermano (*Alvin Liberman*) kalbos suvokimo teorija teisinga; ji tikrai tokia gali nebūti.)

Ar galima išsaugoti akcentą? Greičiausiai ne, jei tik nebus rastas koks nors būdas, kaip atskirai (bet naudingai) koduoti informaciją, kurią balsas teikia apie kalbėtojo dydį, amžių ir lytį (nors jei kalbėtoją pažįstate, tai galite pamanyti, jog girdite jo balsą).

Tokios rūšies proveržis leistų veiksmingai ir asmeniškai dalytis savo mintimis. Be to, lygiai taip pat kaip mąstymas mažiau atitraukia nuo aplinkos, negu įdėmus klausymasis kitur kylančių garsų, galbūt galima ir bendrauti, ir sutelkti dėmesį į savo aplinką (pavyzdžiui, vairuojant automobilį ar vaikštant minioje).

Tai nebus telepatija ar minties kišimasis, nes tebepriklausys nuo atitinkamą aparatūrą turinčių siuntėjų ir priėmėjų noro siųsti ar priimti. Tebeturėsime surinkti reikiamą numerį ir atsakyti. Bet ar tai sukels pojūtį, kad keičiamės mintimis tiesiogiai? Galbūt. Tai gali tapti ir viešu pirmenybiniu bendravimo būdu.

Įtariu, kad ir kitų žmonių minčių perėmimo tylomis skaitant kokį nors rankraštį patirtis kadaise viduramžių mokslininkams atrodė ne mažiau keista. Tai yra patirties pokyčiai, keičiantys mūsų protą, leidžiantys (teoriškai) vienu metu būti dviejose vietose. Kaip tik tie maži proto panaudojimo pokyčiai galų gale gali padaryti didžiausią poveikį mūsų gyvenimui.

# NEURONAIS IŠREIKŠTI PRANEŠIMAI

## PETER SCHWARTZ

PITERIS ŠVARCAS yra futurologas, verslo strategas, vienas iš *Global Business Network* (*a Monitor Company*) kompanijos įkūrėjų ir knygos „Neišvengiamos staigmenos: galvojimas į priekį neramiais laikais“ (*Inevitable Surprises: Thinking Ahead in a Time of Turbulence*) autorius.

Akivaizdu, kad daugelis iš pačių galingiausių naujųjų technologijų greičiausiai ateis iš biologijos, bet vienas iš labiausiai keičiančių žaidimą būdų greičiausiai bus įrengimų valdymas nervais. Jau esame netoli gebėjimo „persikelti“ į internetą. Kodėl taip manau? Šiuo metu susilieja kelios naujos biologinės priemonės ir teikia supratimą ir naujus gebėjimus neuronų lygyje.

Pirmas naujas priemonių komplektas yra būdai parodyti vidinę gyvų ląstelių, įskaitant ir neuronus, veiklą. O antras yra įvairios priemonės sudėtingų biomolekulinių mechanizmų tiksliam kartografavimui, kad galėtume suprasti ir nervų veikimą, ir manipuliuoti jais ląstelės viduje molekuliniame lygyje. Na ir pagaliau *fMRI* jau duoda sistemingą nervų elgesio supratimą.

Per kelis ateinančius dešimtmečius greičiausiai atsiras ir kitų naujų svarbių biologinių priemonių, kurių nenumačiau, bet kurios tik sustiprins šiuos mano teiginius. Tačiau jau ir šių trijų derinys greičiausiai leis pakankamai perprasti smegenų veiklą, kad pajėgtume kurti priemones patikimam smegenų būklės įvertinimui ir tą informaciją panaudoti išorinių prietaisų valdymui.

Jau žengti pirmieji žingsniai kuriant sudėtingus protezus. Jau esame pajėgūs sunkiai sužalotiems žmonėms suteikti galimybę valdyti rankos protezą, jau perpratome tas nervų būsenas, kurios, atrodo, išreiškia kalbą. Jau žengti keli dideli žingsniai nuo ten iki smegenų gebėjimo patikimai valdyti mechanizmus – lengvuosius automobilius, sunkvežimius, reaktyvinius naikintuvus, nepilotuojamus lėktuvus, stakles ir t. t. Įdomiausias dalykas bus kompiuterio žymeklio bei klaviatūros valdymas. Nesunku įsivaizduoti kokį nors techninį daikčiuką (pavyzdžiui, *Bluetooth* ausinuką), kuris leis žmogui sugalvoti kokią nors žinutę ir ją išsiųsti. Tai bus vienos krypties telepatija, pasitelkus elektronines priemones.

Siųsti tokią žinutę kitam žmogui bus gan lengva tuo požiūriu, kad klaviatūros valdymas sudaro sąlygas ją išsiųsti. Tačiau esame daug labiau nutolę nuo priėmimo proceso supratimo. Galbūt niekada nesugalvosime, kaip žinutes priimti tiesiai į smegenis. Galbūt būsime priversti skaityti informaciją kaip šiandien, net jei tai bus ir neuronais išreikšta žinutė. Gali atsirasti kokia nors sudėtingesnė sąsaja (sakykime, elektroniniai kontaktiniai lęšiai), nors tai iš esmės bus tik geresnis kompiuterio ekranas. Tačiau jau pats perdavimo neuronais faktas gerokai pakeis žaidimą, ir bus dar vienas žingsnis einant į iš esmės kitokį pasaulį, tarpininkaujant kompiuteriams, kuriama tikrove visais aspektais.

# NAUJA PROTO ATMAINA

## KEVIN KELLY

KEVINAS KELIS yra žurnalo *Wired* redaktorius ir knygos „Naujos taisyklės naujai ekonomikai: 10 radikalių strategijų, skirtų susietam pasauliui“ (*New Rules for the New Economy: 10 Radical Strategies for a Connected World*) autorius.

Sunku įsivaizduoti dar ką nors, kas galėtų taip nuodugniai „pakeisti viską“, kaip pigus, galingas, visur esantis dirbtinis intelektas – savaime besimokančio ir tobulėjančio sintetinio proto atmaina. Labai mažas tikrojo intelekto kiekis, įterptas į kokį nors procesą, jo efektyvumą pakeltų į naują lygį. „Perspėjiklius“ (*mindfulness*) galėtume naudoti ten, kur dabar naudojame elektrą. To sukelti pokyčiai šimtus kartų labiau suardytų mūsų gyvenimą, negu tai padarė net elektrifikacijos keitimo galia.

Dirbtinį intelektą naudosime tokiu pat būdu, kaip naudojome visas ankstesnes jėgas – tuščiai eikvosime jas iš pažiūros kvailiems dalykams. Žinoma, planuosime naudoti dirbtinį intelektą sunkioms tyrimų problemoms spręsti (pavyzdžiui, vėžiui gydyti ar sunkiems matematikos uždaviniams spręsti), tačiau gyvenimą suardys paslėpti perspėjikliai pardavimo aparatuose, batuose, knygose, mokesčių ataskaitose, automobiliuose, elektroniniame pašte ir pulso skaitikliuose.

Tas papildomas intelektas tikrai neprivalo būti antžmogiškas ar panašus į žmogaus intelektą. Tiesą sakant, didžiausia dirbtinio intelekto nauda bus iš proto, mąstančio ne taip, kaip mąsto žmonių protas, nes pastarojo jau ir taip turime labai daug. Žaidimą pakeis ne tai, koks sumanus bus tas dirbtinis intelektas ir ne jo įvairovė, o kuo didesnis jo paplitimas.

Kalifornijos universiteto Los Andžele kompiuterių specialistas Alanas Kėjus (*Alan Kay*) šmaikštauja, kad žmonėms tokia perspektyva verta 80 *IQ* taškų. Dirbtiniam intelektui tiek pat taškų yra vertas visuotinis jo paplitimas. Kai dirbtinis intelektas paplinta visur, kai reiškiasi visur, kur tik yra elektra, tampa žemo lygio foniniu intelektu, įsiskverbiančiu į viską, kas tik proto sukurta.

Idealiu atveju šis „papildomas intelektas" turėtų būti ne tik pigus, bet ir visai nemokamas. Toks dirbtinis intelektas, kaip ir nemokamos interneto paslaugos, turėtų taip maitinti prekybą ir mokslą kaip niekas kitas, ką tik galiu įsivaizduoti, ir jis turėtų labai greitai atsipirkti. Dar neseniai buvo paplitusi nuomonė, jog toks dirbtinis intelektas pirmiausia pasirodys superkompiuteriuose, paskui galbūt galėsime jo mini variantus laikyti ir savo namuose ar savo asmeninių robotų galvose. Tai turėtų būti riboti vienetai. Turėtume žinoti, kur baigiasi mūsų mintys ir prasideda jų mintys.

Tačiau kuo toliau, tuo sparčiau didėjanti *Google* sėkmė pastarojo dešimtmečio metu perša mintį, kad ateityje ateisiantis dirbtinis intelektas nebus kokio nors apibrėžto prietaiso viduje. Jis bus internete, ir pats bus panašus į internetą. Kuo daugiau žmonių naudojasi internetu, tuo daugiau jis sužino. O kuo daugiau jis žino, tuo daugiau mes naudojamės juo. Kuo protingesnis, sumanesnis jis darosi, tuo daugiau uždirba pinigų. Kuo sumanesnis jis darysis, tuo daugiau juo naudosimės.

Interneto sumanumas pasireiškia pajamų didėjimo kreive; tas didėjimas vyksta savaime kas kartą, kai tik kas nors prisijungia prie esamų sąsajų ar sukuria naują sąsają. Vietoj kelių dešimčių genijų, besistengiančių suprogramuoti dirbtinį intelektą kokioje nors universiteto laboratorijoje, yra milijardas žmonių, gaudančių blyškius intelekto atšvaitus, pasirodančius tarp kvadrilijono interneto hipersąsajų. Dar gerokai iki to laiko, kai kompiuterių pajėgumas pralenks numanomą žmogaus smegenų pajėgumą, internetas (apimantis visas savo sujungtas mikroschemas) pranoks smegenis. Tiesą sakant, jau pranoko.

Kuo daugiau žmonijos komercinio gyvenimo, mokslinio darbo ir kasdieninių žaidimų persikelia į internetą, tuo labiau didėja interneto dirbtinio intelekto potencialas ir jo teikiama nauda. Pirmasis tikras dirbtinis intelektas greičiausiai atsiras ne savarankiškame superkompiuteryje, o milijardo centrinių procesorių superorganizme, žinomame interneto pavadinimu. Jis bus visos planetos masto, bet susidės iš mažų įmontuotų ir laisvai susietų elementų.

Bet koks įtaisas, susiliečiantis su tuo dirbtiniu interneto intelektu, dalysis su juo tuo intelektu ir didins jį. Todėl visi įtaisai ir procesai dalyvaus (turės dalyvauti) tame interneto intelekte.

Savarankiški intelektai greičiausiai bus laikomi esančiais sunkesnėje padėtyje, tarsi mokančiais baudą už galimybę išsaugoti mobilumą atokiose vietose. Tikrai neprisijungęs prie tinklo dirbtinis intelektas gali mokytis ne taip greitai, ne taip plačiai ar ne taip sumaniai, kaip dirbtinis intelektas, prisijungęs prie 6 mlrd. žmonių protų, kvintilijono tinkle esančių tranzistorių, šimtų egzabaitų realaus gyvenimo duomenų ir prie visos civilizacijos save koreguojančių grįžtamojo ryšio grandinių.

Pasirodęs šis dirbtinis intelektas iš pradžių nebus suvoktas kaip intelektas. Jo buvimas visur padės išlikti nepastebėtam. Didėjantį jo sumanumą naudosime visokiems kasdieniniams darbams, įskaitant mokslinius matavimus ir modeliavimą; bet tas sumanumas susijęs su mažais gabalėliais kodo, paplitusio visame pasaulyje ir neturinčio vienodo pavidalo, tad jis išliks beveidis.

Tą išsklaidytą intelektą galima pasiekti milijonais būdų bet kurioje Žemės vietoje, pasinaudojus skaitmeniniu ekranu, todėl bus sunku nustatyti, kur jis yra. Kadangi tas sintetinis intelektas yra žmogaus intelekto (visko, ką iki tol žmonija išmoko, ir visko, ką žino šiuo metu prisijungę prie interneto žmonės) ir tokios trokštamos kitų žmonių skaitmeninės atminties derinys, tai bus sunku tiksliai pasakyti, kas gi *tai* yra – mūsų atmintis ar tik visuotinis sutarimas; mes ieškome jo, ar jis ieško mūsų?

Nors interneto dirbtinio intelekto išteklius švaistysime paprastiems dalykams ir atsitiktinėms pramogoms, šį naują intelektą naudosime ir mokslui. O svarbiausia – tas įdiegtas dirbtinis intelektas pakeis patį mokslo vystymo būdą. Tikrai intelektualūs instrumentai paspartins matavimus ir pakeis jų atlikimo būdą. Didžiuliai realiuoju laiku gaunamų duomenų kiekiai paspartins modelių kūrimą ir pakeis jų kūrimo būdą. Tikrai išmanūs dokumentai paspartins ir pakeis mūsų suvokimą, kada iš tikrųjų ką nors žinome. Mokslinis metodas yra žinojimo būdas, bet jis rėmėsi tuo, kaip žmonės ką nors sužino. Kai šį metodą papildysime nauja intelekto rūšimi, pažinimas turės vykti kitaip. Taip atsitikus, viskas pasikeis.

# REPUTACIJOS AMŽIUS

## GLORIA ORRIGI

GLORIJA ORIDŽI yra mokslininkė filosofė, dirbanti Nacionaliniame mokslo tyrimų centre Paryžiuje.

Paklausus, kas pakeis mūsų ateitį, pats paprasčiausias iš ateinančių į galvą atsakymų yra toks: internetas. Sunkiau atsakyti į klausimą, kaip jis pakeis tai, ko iki šiol dar nespėjo pakeisti, kokia bus kita jo revoliucija. Internetas – tai sudėtinga informacinės technologijos, darbo tinkle, multimedijų turinio ir telekomunikacijų geografija. Galinga technologijų sąjunga ne tik sukūrė visiškai naujus informacijos kūrimo, saugojimo ir jos paėmimo būdus, bet ir didžiulį jos vertinimo sistemų tinklą, kuriame informacija yra vertinama tol, kol ja naudojasi kiti žmonės.

Mano numatomas Didysis pasikeitimas yra toks: Informacijos amžių pakeis Reputacijos amžius, kuriame kokio nors dalyko reputacija (tai, kaip jį vertina kiti) bus vienintelis būdas gauti informacijos apie jį. Pomėgis viską vertinti yra pagrindinis mūsų dabartinės informacijos atsirinkimo praktikos bruožas internete ir už jo ribų (štai du skirtingi pavyzdžiai, vienas iš interneto vidaus, o kitas iš už jo ribų: *www.ebay.com* ir dabartinė finansų krizė).

Kitas revoliucinis perversmas įvyks dėl reputacijos pasekmių informacijos rinkimo praktikai. Atkreipkite dėmesį, kad tai nereikš kolektyvinio nežinojimo pasaulio, kuriame niekas neturi galimybių žinoti ką nors kito, išskyrus tik pasikliovimą kieno nors kito nuomone. Taip susiformuoja begalinė aklo pasitikėjimo kitais grandinė, kurioje, atrodo, jau niekas nebežino nieko tikro. Reputacijos amžius bus naujas žinių rinkimo amžius, jis vadovausis naujomis

taisyklėmis ir principais. Tai dabar jau įmanoma, nes socialiniai tinklai teikia didžiules potencines galimybes kaupti individualias preferencijas ir pasirinkimus protingiems rezultatams gauti.

Vienas iš didžiausių revoliucinių interneto technologijų perversmų buvo tas, kad *Google* informacijos ėmimui iš interneto įvedė *PageRank* algoritmą. Šis algoritmas reikiamos informacijos ieško remdamasis interneto sąsajų struktūra. Tokie algoritmai ištraukia kultūrinę informaciją, esančią kiekvienoje preferencijoje, kurias vartotojai išreiškia nurodydami tinklalapyje sąsajas kitiems skaitytojams. Matematinėmis formulėmis nustatoma kiekvienos sąsajos, kiekvieno ryšio svarba. Šis procesas nulemia, kokie tinklalapiai atsidurs pirmosiose paieškos rezultatų vietose.

Be abejo, tokios informacijos vertinimo priemonės sukelia daug būgštavimų, nes tų algoritmų kūrimo valdymo (to, kaip įvertinimai nustatomi) beveik neturime. Tačiau įsivaizduokime naują paieškos sistemų kartą, kur vertinimo procedūros atliekamos sumuojant individualias preferencijas, pateiktas tuose tinklalapiuose. Jokių sudėtingų skaičiavimų, jokių slaptų vertinimų: paieškos rezultatai nustatomi remiantis tais įvertinimais, kuriuos tie tinklalapiai gavo iš vartotojų, bent kartą apsilankiusių juose ir skyrusių laiko jiems įvertinti.

Socialinės paieškos sistema, grindžiama tokiais įvertinimais, gebės pasinaudoti kiekvieno tokio tinklalapio sukaupta reputacija tiesiog pagal vartotojų balsų skaičių. Naujieji informacijos ėmimo iš interneto algoritmai, pateikdami galutinį rezultatą, pasinaudos daugelio žmonių įvertinimais. Šitoks mažiau griežtas internetas, daugiau besiremiantis žmonių patirtimi negu sudėtingomis formulėmis, pakeis mūsų sąveiką su internetu ir paveiks su juo siejamas baimes ir viltis.

Hegelis manė, kad visuotinę istoriją sudaro visuotinės nuomonės. Nuo šiol mūsų istorija bus rašoma remiantis tais įvertinimais, kuriuos žmonės daro apie juos supančius dalykus. Jų svarba nepaliaujamai didės renkant informaciją apie tuos dalykus. Pasak politikos filosofo Frydricho Hajeko (*Friedrich Hayek*), civilizacija remiasi tuo faktu, kad visi gauname naudos iš gebėjimo prieiti prie žinių, kurių patys neturime. Tai kaip tik tokia civilizuoto kibernetinio pasaulio atmaina, kuri taps įmanoma, kai socialinės priemonės galės kaupti nuomones internete.

# TALENTO SKRYNELĖS ATIDARYMAS

## HOWARD GARDNER

HOVARDAS GARDNERIS yra Harvardo universiteto Edukacijos magistrantūros pažinimo ir edukacijos dėstytojas bei psichologijos docentas ir knygos „Penkios nuomonės apie ateitį“ (*Five Minds for the Future*) autorius.

Kas yra talentas? Jei paprašysite eilinės pradinės mokyklos mokytojos įvardyti jos talentingiausią mokinį ar mokinę, prašymą greičiausiai atmes („Visi mano mokiniai vienodai talentingi!“). Žinoma, toks atsakymas yra gryna nesąmonė. Kiekvienas, kam teko ilgesnį laiką padirbėti su daugeliu vaikų, žino, kad vieni iš jų naujus dalykus ar sąvokas perpranta iš karto, beveik akimirksniu, o kitus to reikia mokyti ilgai ir nuobodžiai, pažanga būna labai lėta.

Kaip ir toks mokytojos atsakymas, yra klaidingas ir kai kurių psichologijos tyrinėtojų siūlomas požiūris, visai neseniai išpopuliarintas ir Malkolmo Gladvelo (*Malcolm Gladwell*) knygoje „Išskirtys: sėkmės istorija“ (*Outliers: The Story of Success*). Tai nuomonė, kad talento prigimtyje nieko paslaptingo nėra, jokios užrakintos skrynelės čia nereikia atidaryti, kiekvienas, uoliai padirbėjęs ilgesnį laiką, savo srityje galės pakilti iki pat viršaus.

Tačiau kiekvienas, kas turėjo progos stebėti ar skaitė apie nepaprastai gabius žmones muzikai – Mocartą ar Yo-Yo Ma, golfe – Taigerį Vudsą (*Tiger Woods*), matematikai – Džoną fon Noimaną (*John von Neumann*) – žino, kad

pasiekimus lemia ne vien tik įtemptas darbas. Skirtumai tarp atlikimo pirmą kartą ir atlikimo antrą, trečią ir ketvirtą kartą yra dideli, tai ne tik papildomų pastangų rezultatas. Sakoma, jei dar nebūtų buvusi sukurta algebra, tai ją būtų sukūręs filosofas ir logikas Solas Kripkė (*Saul Kripke*), dar mokydamasis pradžios mokykloje; šitoks pasakymas apie daugumą žmonių atrodytų tiesiog juokingas.

Pirmą kartą turėtų būti įmanoma apibūdinti talento prigimtį. Tas proveržis ateis iš genetikos (ar labai talentingi žmonės turi kitokį, lengvai atpažįstamą genetinį profilį?), neuromokslo (ar yra struktūrinių ar funkcinių nervų požymių ir ar įmanoma juos atpažinti ankstyvosiose gyvenimo stadijose?), kognityvinės psichologijos (ar talentingų individų mentaliniai profiliai skiriasi nuo didelių darbštuolių mentalinių profilių?) ir motyvacinės psichologijos (kodėl apie talentingus individus dažnai sakoma, kad jiems būdinga „aistra mokytis, įvaldyti kokį nors dalyką?“) pasiekimų derinio.

Šis tarpdisciplininis mokslo proveržis leis suprasti, ką ypatingo turi Pablas Pikasas (*Pablo Picasso*), Karlas Frydrichas Gausas (*Carl Friedrich Gauss*), Džonas Stiuartas Milis (*John Stuart Mill*). Tai taip pat leis atsakyti į klausimą, ar koks nors talentingas žmogus gali vienodai daug pasiekti įvairiose srityse (Ar galėtų Johanas Amadėjus Mocartas (*Johann Amadeus Mozart*) tapti žymiu fiziku? Ar galėjo Izaokas Niutonas (*Isaac Newton*) būti garsus muzikantas?). Tačiau turėkime galvoje, jog tai neduos atsakymo į kitus du klausimus:

1. Kas padaro ką nors originaliu, kūrybišku žmogumi? Talentas ir kompetencija, žinios yra būtinos, bet nepakankamos sąlygos.
2. Kas nulemia, kam naudojamas talentas – konstruktyviems ar destruktyviems tikslams?

Atsakymai į juos greičiausiai bus gauti tyrinėjant istorinius ar kultūrinius atvejus, o ne iš biologijos ar psichologijos mokslų. Mokslo šakos brandumą galima vertinti pagal tai, kurį iš šių klausimų geriau palikti spręsti kitoms mokslo disciplinoms.

# KULTŪRA

## TIMOTHY TAYLOR

TIMOTIS TEILORAS yra Bradfordo universiteto Jungtinėje Karalystėje archeologas ir knygos „Palaidotoji siela: kaip žmonės išrado mirtį“ (*The Buried Soul: How Humans Invented Death*) autorius.

Kultūra keičia viską, nes ji apima viską, kalbant apie daiktus, kuriuos galima įvardyti, taigi ir įsivaizduoti. Liudvikas Vitgenšteinas (*Ludwig Wittgenstein*) teigė: ko negalima pasakyti, apie tai neįmanoma ir galvoti. Taip sakydamas manė, kad kalba remiasi išankstiniais susitarimais. Antropologai įrodė: tokia gramatika paremia idėją apie bet kokią tebeegzistuojančią bendruomenę – ne tik apie jos kalbą, bet ir apie platesnes jos kategorijas, institucijas, metafiziką.

Išlieka tas pats paradoksas: kaip kada nors gali atsitikti kažkas naujo? Jei žodį atsitikti taikome tik asmeniniams ir istoriniams įvykiams, tai praleidžiame pačią svarbiausią naujovę: būdą, kuriuo nauji dalykai (nauji fiziniai objektai, prietaisai, metodai) įsiskverbia į mūsų gyvenimą. Jie turi naujus pavadinimus, kuriuos turime išmokti, ir sukelia naujus, revoliucinius padarinius.

Tačiau ne visada vyksta būtent taip. Pasipriešinimas yra įprastas dalykas. Paradoksalu, kad kūrybinė kultūros jėga stengiasi viską išlaikyti taip, kaip buvo. Socialinis antropologas Ernestas Gelneris (*Ernest Gellner*) yra pasakęs, kad žmonėms, kaip visumai, būdingas didžiausias elgesio įvairavimas, palyginti su kitomis biologinėmis rūšimis, bet kiekvienai konkrečiai kultūrinei bendruomenei būdingos griežtos normos. Jos reiškia gyvenimo būdą, kuris, dažnai remiantis kažkokia neva natūralia tvarka, yra ne tik gan švelniai vadinamas grynai žmogišku, bet ir griežtai diegiamas jėga, daugiau ar mažiau viešu būdu.

Užribio grupės (kitos etninės kilmės, kitos klasės, kitos seksualinės orientacijos ar kito tikėjimo) ar individai, kurie kokiu nors atžvilgiu yra anomalūs, dėl savo nukrypimo nuo normos kelia įtarimų, jų bijomasi. Tokių kategorijų žmonės dažniausiai tampa aukomis, pasityčiojimo objektais, jų stengiamasi atsikratyti; šitaip pagrindinė saviškių grupė aiškiau suvokia save, labiau pasitiki savimi, būna atsigavusi ir produktyvesnė kultūros požiūriu. Tai turi tam tikros prasmės: juk nukrypimai griauna kultūros pagrindą.

Tų pokyčių toleravimo lygis įvairiose socialinėse formacijose labai nevienodas, tačiau visose yra ta riba, kurią peržengus padėtis tampa nepakenčiama. Precedento neturintį elgesį visai pagrįstai galima vadinti beprotišku, nes, kad ir koks reliatyvizmas būtų pasitelktas jam paaiškinti, strateginiu požiūriu jis vis tiek yra pasmerktas, mes stengiamės jį ignoruoti. Tačiau rutininis skirtumų išstūmimas, iš pažiūros toks svarbus čia ir dabar, tampa blogai pritaikomas bet kokioje ilgesnėje perspektyvoje.

Akivaizdu, kad kaip tik pokyčiai užtikrino mūsų, kaip biologinės rūšies, ištvermingumą ir atsparumą bei sėkmę, sukūrė tą didelę įvairovę tarp grupių (bet ne jų viduje), kurią pažymėjo E. Gelneris. Tai kaip tie pokyčiai vyksta?

Dideli pokyčiai dažnai įslenka paslapčia. Revoliucinis jų poveikis dažnai gali būti pats faktas, kad dažnai net nesuvokiame, ką jie daro mūsų elgesiui, ir todėl negalime pasipriešinti. Dažnai pritrūkstame žodžių pasipriešinimui išreikšti, nes naujam išradimui įvardyti reikia naujo daiktavardžio, kuris atsiranda tik vėliau. Tokie dideli pokyčiai daug efektyviau veikia per daiktus, negu tiesiogiai per žmones, juos sukelia ne pamišėliai, o veikiau „pamišę mokslininkai“, kuriems jų keistenybes galima atleisti dėl naudingų išradimų.

Tad nenuostabu, jog tos visuomenės, kurios mažiausiai toleruoja elgesio nukrypimus nuo normos, yra labiausiai priešiškos mokslui. Mokslas pačiu plačiausiu efektyvių materialinių išradimų darymo požiūriu meta iššūkį kasdieninei egzistencijai. Amišai (keista statiška JAV visuomenės grupė, kurios gyvenimo būde nėra nė menkiausių techninių pokyčių, reaguojant į dinamiško pasaulio keliamus pavojus) nuo seno pripažįsta, kad materialinė kultūra daro keistas paskatas, keliančias iššūkius mums, kaip galutiniams vartotojams, ne priesaku „daryk kaip aš“, o kur kas labiau griaunančiu priesaku „leisk pamėginti man“.

Materialinė kultūra yra dalykas, darantis mus žmonėmis. Ji savo nepaliaujama modifikuojančia galia varė žmonių evoliuciją nuo pat jos pradžios.

Ypatinga mūsų kaip biologinės rūšies problema yra ta, kad, norint išsaugoti tai, ką turime, reikia visą laiką keistis. Daiktų (išradimų ir technologijų) kultūra nepaliaujamai kinta, veikiama žodžių ir rutinų srauto, kurio vaidmuo yra vaizduoti pastovumą ir sutarimą, kai iš tikrųjų jų nėra. Tokia pokyčių forma nėra trivialus dalykas, ji yra būtina ilgalaikiam išgyvenimui to, ką su pasididžiavimu galime vadinti universaliai žmogišku.

# MOLEKULINĖ GAMYBA

## ED REGIS

EDAS RYDŽIS yra rašytojas, rašantis apie mokslą, ir knygos „Kas yra gyvybė? Gyvybės prigimties tyrimas sintetinės biologijos amžiuje“ (*What Is Life?: Investigating the Nature of Life in the Age of Synthetic Biology*) autorius.

Niekas neturi tokių didelių galimybių pakeisti viską, kaip sėkmingas geros senamadiškos nanotechnologijos įgyvendinimas.

Apie senamadišką atmainą kalbu dėl to, kad nanotechnologija jau tikrai nebe tokia, kokia buvo anksčiau. Apie devintojo dešimtmečio vidurį, kai Erikas Dreksleris (*Eric Drexler*) pirmasis išpopuliarino šią sąvoką knygoje „Kūrimo varikliai“ (*Engines of Creation)*, šis terminas siejosi su radikalia ir milžiniška molekulinės gamybos schema.

Idėja buvo tokia, kad mokslininkai ir inžinieriai turėtų sukurti daugybę „surinkiklių“ – molekulinio dydžio programuojamų įtaisų, kurie statytų, galima sakyti, bet kokio (pradedant nuo molekulinio) dydžio ir sudėtingumo objektus. Pakanka tuos surinkiklius suprogramuoti taip, kad gamintų visureigius, burlaivius ar erdvėlaivius, ir jie tą darys – automatiškai, be žmonių pagalbos ir įsikišimo. Be to, darys kaip žaliavą naudodami pigias, lengvai prieinamas molekules.

Tokia idėja atrodo visai kvaila ir beprasmiška, bet tik tol, kol neprisiminsime, jog tokie dideli ir sudėtingi objektai, kaip banginiai, dinozaurai ir sumo imtynininkai, sukurti maždaug tokiu pat būdu. Jie prasidėjo nuo mažyčių nanostruktūrų, kurios dvejinosi, ir kurių palikuonys skaidėsi į specializuotus organus ir kitas sudedamąsias dalis.

Tos gausėjančios biologinių stebuklų gretos visa tai kartojo daug kartų, kol pagaliau jie automatiškai susirinko į sudėtingus ir funkcionalius makroobjektus. O tos pradinės užuomazginės struktūros, gametos, netgi nebuvo mokslininkų suprojektuotos, sukurtos ar suprogramuotos; jos tiesiog egzistuoja mūsų pasaulyje kaip natūraliosios atrankos produktai. Tačiau jei gamta gali visa tai padaryti viena pati, tai kodėl tada negalima taip protingai sukonstruoti mašinų, kad ir jos sugebėtų tai daryti?

Naujausio tipo „nanotechnologija", priešingai, tokių įspūdingų dalykų nedemonstruoja. Tiesą sakant, jau pats terminas buvo įtrauktas, iškreiptas ir redukuotas tokiu mastu, kad iš esmės reiškia tik mažų dalelių chemiją. Taigi dabar turime „nanodaleles" gaminiuose, kurių skalė labai plati – nuo mašinų alyvos iki kremų nuo įdegimo, lūpdažių, automobilių blizginimo lako, slidžių tepalų ir net 420 dol. kainuojančio vadinamojo tonizuojamojo kremo su aukso nanodalelėmis, kurio gamintojai tvirtina, jog jis maitina odą naudingais komponentais. Nanotechnologija šia iškreipta prasme iš esmės yra tik reklaminis triukas, kuris vargu ar gali pastebimiau pakeisti kažką, o tuo labiau „viską".

Bet kas atsitiktų, jei nanotechnologija radikalia ir grandiozine prasme iš tikrųjų taptų įmanoma? Kas būtų, jei ji iš tikrųjų taptų tikrove? Tai būtų iš esmės viską pertvarkanti raida, visiems laikams pakeičianti gamybos procesą ir viso pasaulio veikimą.

Įsivaizduokime, kad visi materialiniai poreikiai būtų tenkinami labai pigiai, visai nenaudojant žmonių darbo jėgos ir be jokių gamybos atliekų. Nebeliktų jokių prakaitą varančių gamyklų, dūmais spjaudančių fabrikų, sunkaus darbo dienų ar ilgų važinėjimų į darbą ir atgal. Visus darbus nudirbtų tie magiškieji molekuliniai surinkikliai, kartu naikinantys ir skurdą.

O kur dar medicinos stebuklai, atliekami kitų molekulinio dydžio įtaisų kūno ląstelėms taisyti ir atjauninti, vėžinėms ir kitoms blogoms ląstelėms naikinti bei kitoms ląstelėms stimuliuoti taip, kad jos pasiektų beprecedenčius jaunatvės, sveikatos ir ilgaamžiškumo lygius. Ir visa tai net be 420 dol. kainuojančio kremo veidui.

Žinoma, visa turi ir neigiamą poveikį, tik tai neturi nieko bendro su Maiklo Kraitono (*Michael Crichton*) prasimanytais nevaldomų plėšrių nanobotų pulkais, persekiojančiais mus. Tai veikiau susiję su klausimu, ką tada veiks

dauguma mūsų, kai būsime išvaduoti nuo pareigos dirbti, kai mūsų laimei ar nelaimei gyvenimo trukmė labai pailgės, kai turėsime marias laisvo laiko, kurį reikės kažkaip praleisti. Genijams ir kūrėjams laisvalaikis ne problema, bet kuo užsiimti visiems kitiems? Kiauras dienas golfo juk nežaisi.

Tačiau su tuo galbūt niekada neteks susidurti. Dauguma mokslininkų radikaliajai nanotechnologijai paprastai mažai skiria dėmesio, ekstravagantiškiausias jos pretenzijas laiko moksline fantastika. Velionis Ričardas Smolis (*Richard Smalley*), Nobelio premijos laureatas chemijos srityje, atkakliai tvirtino, kad neįveikiami techniniai sunkumai cheminio ryšio lygmenyje radikaliajai nanotechnologijai neleis kada nors išeiti iš gražios svajonės stadijos. Kol kas dar niekas nežino, ar jis buvo teisus. Yra manančių, jog taip. Ką gali žinoti – galbūt pakeisti *viską* nėra tokia patraukli idėja, kaip atrodo iš pirmo žvilgsnio.

# SAVO DYDŽIO KEITIMAS

## DOMINIQUE GONZALEZ-FOERSTER

DOMINIKAS GONSALESAS-FERSTERIS yra dailininkas.

Nano- ir miniatiūrizacijos tendencijos matomos daugelyje sričių nuo *tapas* užkandžių iki filmavimo kamerų, chirurgijos, daržovių, automobilių kompiuterių ir t. t.

Įsivaizduokime, kad fantastinės Guliverio kelionių iliustracijos, kuriose vaizduojami vieni šalia kitų gyvenantys mažyčiai žmogeliai ir tikri milžinai, tam tikru požiūriu gali būti ir pranašiškos. Pagalvokime, kad 1957 m. filmas „Neįtikėtinai mažėjantis žmogus“ (*The Incredible Shrinking Man*) gali būti kažkas daugiau už mokslinę fantastiką. Įsivaizduokime viso pasaulio kolektyvinį sprendimą genetiškai modifikuoti ateities kartas, kad sumažėtų žmonijos poreikiai, ir mūsų žydrojoje planetoje būtų daugiau vietos ir išteklių.

Turėtų būti keistas Guliverio pobūdžio pereinamasis laikotarpis, kai milžinai tebegyvens kartu su mažesnių žmonių kartomis. Tačiau ilgainiui mūsų planeta gali tapti visai kitokia, o žmonių dydžio pasikeitimas augalų, gyvūnų ir kraštovaizdžio atžvilgiu gali sukurti visai naujų idėjų, suvokimų ir vaizdinių.

# ESAMI, GALIMI IR NEĮSIVAIZDUOJAMI DALYKAI

## MARC D. HAUSER

MARKAS HAUZERIS yra psichologas ir biologas, dirbantis Harvardo universitete, ir knygos „Moralūs protai: kaip gamta sukūrė mūsų visuotinį supratimą, kas yra gera ir kas bloga“ (*Moral Minds: How Nature Designed Our Universal Sense of Right and Wrong*) autorius.

Mokslinės fantastikos autoriai keliauja po įvairius galimus pasaulius. Kas būtų, jei kaip labai populiariame Holivudo filme „Įspėjantis pranešimas“ (*Minority Report*) sugebėtume skaityti žmonių ketinimus, jiems dar nesiėmus veiksmų, ir šitaip užbėgtume už akių galimam smurtui? Ketinimų detektorius būtų nuostabus dalykas, bet jis sukeltų etinių košmarų. Jei jums kada nors kėlė susirūpinimą mintis, ar Didysis Brolis nesiklauso jūsų telefono linijų, tai kaip jums patiktų jūsų nervų linijų pasiklausymas?

Ką manote apie ateivius iš kitų planetų? Į ką jie panašūs? Kaip dauginasi? Kaip sprendžia problemas? Jei norite visa tai sužinoti, tai dar kartą peržiūrėkite serialą „Žvaigždžių kelias“ arba pasiimkite kukurūzų spragėsių pakelį ir peržiūrėkite filmus „Vyrai juodais drabužiais“ (*Men in Black*), „Pasaulių karas“ (*War of the Worlds*), „Padaras“ (*The Thing*), „Ženklai“ (*Signs*) ir „Gumulas“ (*The Blob*).

Tačiau mokslinei fantastikai būdingas vienas dalykas: iš esmės ji visa vienoda, tai tas pats triukas su nežymiais pakeitimais. Pažvelkite į ateivius iš ki-

tur, vaizduojamus tuose filmuose. Jie beveik visada tokie patys – smulkučiai, dažnai su pernelyg didelėmis galvomis ir permatomomis kūno dalimis, be galo stiprūs. Stebina, kad tai beveik nepasikeitė per visą šimtametę filmų istoriją, nors technikos pasiekimai itin padidino specialiųjų efektų galimybes. Iš kur tas kūrybiškumo stygius? Iš kur toks vaizduotės skurdumas?

Atsakymas atskleidžia ypatingą faktą apie mūsų ir visų kitų organizmų biologiją. Smegenys, kaip fizinis įtaisas, vystėsi tam, kad apdorotų informaciją ir darytų prognozes apie ateitį. Nors generacinis smegenų (ypač žmogaus) pajėgumas yra akivaizdus, mums teikia didelio kūrybiškumo sistemą, jis yra ir labai ribotas. Tie apribojimai kyla tiek iš smegenų veiklos fizikos, tiek iš įmanomumo išmokti reikalavimų.

Tie apribojimai nulemia, ką mes ir kiti organizmai esame pasiekę ir ką galėtume pasiekti ateityje, esant tinkamoms sąlygoms. O įdomiausia darosi tada, kai pradedame galvoti apie neįsivaizduojamus dalykus. *Štai kaip*!

Tačiau apie šią problemą galima galvoti ir kitokiu būdu, kuris remiasi naujų puikių molekulinės biologijos, evoliucinės vystymosi biologijos, morfologijos, neurobiologijos ir lingvistikos pasiekimais. Trumpai tariant, pirmą kartą turime mokslą, leidžiantį suprasti tai, kas yra, kas gali būti, *ir* tai, ko neįmanoma įsivaizduoti. Tokia padėtis visiems laikams pakeis supratimą, ką reiškia būti žmonėmis, įskaitant ir supratimą, kaip pasiekėme dabartinį evoliucijos tašką ir kur galime atsidurti po 10 ar po 10 mln. metų.

Tam patvirtinti paimkime paprastą teorinės morfologijos pavyzdį. Ši disciplina siekia kartografuoti galimų morfologijų erdvę ir, tai darydama, ne tik atskleidžia kai kurias niekada anksčiau netirtas tos erdvės dalis, bet ir tai, kodėl jos niekada anksčiau negalėjo būti ištirtos. Šiame pavyzdyje imama išnykusi gyvūnų grupė amonoidai – plaukiojantys galvakojai moliuskai su kiaukutu, kuris spirališkai eina iš centro iki atsivėrimo vietos.

Žiūrėdami į jų kiaukutų (tų, kurie iš tikrųjų vystėsi) sandarą, matome du svarbius matmenis: spiralės sukimosi mastą ir kiaukuto angos atstumą nuo spiralės centro. Amonoidų rūšis atidėję grafike, kuriame naudojami abu šie rodikliai, matysime, kad tos rūšys vienose vietose susitelkusios tankiau, o kitose matyti beveik tušti tarpai. Tankesnio rūšių išsidėstymo tame grafike vietos rodo, kas iš tikrųjų vystėsi, o tuščios vietos rodo galimas (bet dar neišsivysčiusias) ar visai neįmanomas morfologijas.

Šioje tyrimų kryptyje būtų labai įdomu nustatyti neįmanomumo priežastis. Kitaip sakant, kodėl kai kurios rūšys niekada neužsiėmė vietos toje morfologijų teritorijoje? Kokie tos rūšies požymiai tai nulėmė? Nesigilinant į gausias detales, galima sakyti, kad kai kurios iš tų priežasčių yra vidinės (pavyzdžiui, nebuvo genetinės medžiagos ar vystymosi programų tam, kad vietoj kojų formuotųsi ratukai), o kai kurios išorinės (sakykim, ratukai būtų neįmanoma geometrija, jie niekada neatitiktų natūralių biotopų).

Šios idėjos įdomios tuo, kad jos panašios į tas, kurias daugiau kaip prieš 50 metų Noamas Čiomskis (*Noam Chomsky*) išsakė lingvistikoje. Vadinasi, biologija, leidžianti įgyti galimų kalbų, šiai sistemai primeta ir apribojimų, palikdama vietos neįmanomoms kalboms – toms, kurių neįmanoma įgyti, o jei jos ir būtų įgytos, tai niekada neliktų stabilios.

Tai galioja ir kitoms kultūrinės raiškos sritims, įskaitant muziką, moralę, matematiką. Ar yra tokia muzika, kurios negalėtų sukurti niekas, net Džonas Keidžas (*John Cage*), nes mūsų protui nėra prieinami kai kurie garso bangų dažniai ir muzikos garsų išdėstymai laike? Ar yra tokios moralinės sistemos, kurių niekada neišvysime dėl to, kad dabartinės socialinės sistemos ir aplinkos daro jas kenksmingas mūsų moraliniams įsitikinimams? Nesvarbu, kaip bus atsakoma į šiuos klausimus, jie atveria naujas tyrimų galimybes, taikant metodus, kurie buvo ištobulinti tik pastaruoju metu.

Šiandien galime išplėsti įmanomų dalykų skalę, įsiskverbdami į tai, kas neįmanoma, į *terra incognita*. Iš neuromokslininko Eveno Balabano (*Evan Balaban*) darbų jau žinome, kad įmanoma sujungti skirtingų gyvūnų smegenų dalis ir šitaip sukurti chimeras. Pavyzdžiui, dalį vištos smegenų galima pakeisti panašia putpelės smegenų dalimi. Tada besivystanti vištytė galvą sukios taip, kaip putpelė, bet cypsės taip, kaip cypsi viščiukai. Funkciniu požiūriu čia leidome vištai įsibrauti į tuščią elgsenos nišą, į tai, kas neįsivaizduojama (vištai).

O dabar savo vaizduotei duokite visišką laisvę. Ką darytų šimpanzė su tais generavimo mechanizmais, kuriais žmonės naudojasi, veikdami kalbos, matematikos ir muzikos srityse? Ar ji galėtų įsivaizduoti tai, ko anksčiau nebuvo įmanoma įsivaizduoti? Kas būtų, jei tokiam genijui, kaip Albertas Einšteinas (*Albert Einstein*), duotume svarbiausius komponentus to, kas Johaną Sebastianą Bachą (*Johann Sebastian Bach*) padarė kitos srities genijumi? Ar tada A. Einšteinas galėtų įsivaizduoti skirtingus muzikos matmenis?

Tokie manipuliavimai nervais dabar jau įmanomi genetiniu lygiu. Genų inžinerija leidžia vienos biologinės rūšies genus perkelti į kitą biologinę rūšį arba manipuliuoti kokio nors geno reiškimosi diapazonu, pagyvinti jo veikimą ar priešingai – prislopinti.

Tas sukeliantis perversmą mokslas jau čia, jis visiems laikams pakeis mąstymo būdą. Pakeis tai, kas yra įmanoma, galės pašalinti tai, kas įmanoma, bet žalinga sveikatai, leis pastebėti tai, kas anksčiau buvo neįmanoma.

# EMBRIONO SKAIČIAVIMAS

## LEWIS WOLPERT

LUISAS VOLPERTAS yra Londono universiteto koledžo biologijos profesorius ir knygos „Kaip gyvename ir kodėl mirštame: slaptasis ląstelių gyvenimas“ (*How We Live and Why We Die: The Secret Lives of Cells*) autorius.

Jau daug žinome apie mechanizmus, dalyvaujančius embrionų raidoje. Tačiau, turėdami kiaušinio genomą, vis tiek negalėsime numatyti, kaip embrionas vystysis toliau. Norint tą padaryti, reikėtų atlikti nepaprastai daug skaičiavimų, kurie apimtų daug tūkstančių dėmenų, ypač baltymų, ir tada žinotume, kaip elgsis kiekviena ląstelė. Tada, turėdami apvaisintą žmogaus kiaušinėlį, galėtume su visomis detalėmis įsivaizduoti, kaip atrodys naujagimis, įskaitant ir visus nukrypimus nuo normos. Taip pat galėtume kiaušinėlį programuoti taip, kad naujagimis būtų toks, kokio pageidaujame. Ateis laikas, kai visa tai taps įmanoma.

# *HOMO EVOLUTIS*

## JUAN ENRIQUEZ

CHUANAS ENRIKESAS yra *Biotechonomy* kompanijos vadovas, Harvardo verslo mokyklos mokslų apie gyvybę projekto kūrėjas ir direktorius bei knygos *The Untied States of America: Polarization, Fracturing, and Our Future* („Nebesujungtos Amerikos Valstijos: poliarizacija, skaidymasis ir mūsų ateitis“) autorius.

Artėja naujos biologinės rūšies formavimosi metas. Sparčiai artėja. Mes vis pamirštame, jog esame tik viena iš kelių Žemėje gyvenusių hominidų (*Homo erectus, habilis, neanderthalis, heidelbergensis, ergaster, australopithecus*) rūšių. Manome, kad esame vieni ir vieninteliai, ypatingi. Tačiau mes lengvai galėjome ir netapti dominuojančia rūšimi, ar net išnykti kaip rūšis. Pataikaudami sau ignoruojame tą faktą, kad vienu metu mūsų buvo likę tik apie 2000 ir artėjome prie išnykimo slenksčio (štai kodėl dabar visų žmonių DNR yra faktiškai identiška).

Nėra išlikę daug istorinių įrodymų, kad esame visko pradžia ir pabaiga, ir kad visada išliksime dominuojančia rūšimi. Mūsų planetos fosilijų istorija rodo, kad buvo ne mažiau kaip šeši masiniai biologinių rūšių išmirimai. Kiekviename cikle didžioji gyvybė dalis išliko, nes DNR ir RNR griebėsi atkūrimo darbo. Atsirado naujų rūšių, prisitaikiusių prie naujų sąlygų. Kokios buvo to priežastys? Susidūrimas su asteroidu? Didžiuliai dumblo srautai? Globalinis atšalimas ligi pat pusiaujo? Mikrobų įsigalėjimas? Atmosferos praturtėjimas nuodingu deguonimi? Galite nesijaudinti – gyvybė galų gale atsikratys ir bjauriųjų žinduolių.

Jei nemanysime, kad dabar jau stabilizavome visus planetų ir galaktikos kintamuosius, tai tie augimo, didėjimo ir išmirimo ciklai kartosis. 95 proc.

rūšių, įskaitant visus kitus hominidus, išmirė, išnyko. Dažnai tas nykimo procesas tęsėsi ilgą laiką. Šiandien įdomu tai, kad praėjus 200 metų nuo Č. Darvino gimimo mes tiesiogiai ir sąmoningai, apgalvotai valdome daugelio biologinių rūšių, įskaitant ir savąją, evoliuciją. Taigi greičiausiai žaidimą keis prasidedantis naujos žmonių rūšies formavimasis. Savo gyvenime dar spėsime pamatyti kai kuriuos jos požymius, o mūsų vaikaičiai jau tikriausiai gyvens jos apsuptyje.

Yra ne mažiau kaip trys paraleliniai keliai, kuriais tie pokyčiai artėja prie mūsų. Lengviausia juos matyti ir suprasti atsidūrus tarp fizinių trūkumų turinčių žmonių. Kurdami vis geresnius protezus artėjame prie to, kad turintys fizinę negalią žmonės ateityje niekuo nesiskirs nuo sveikųjų.

Kaip pavyzdį galime prisiminti neturintį kojų Oskarą Pistorijų (*Oscar Pistorius*), kuris atsisakė dalyvauti parolimpinėse žaidynėse ir varžosi su tikraisiais olimpiečiais, bėgančiais sveikomis kojomis. Nors Pekine jis neįvykdė kvalifikacinės normos, bet buvo labai arti jos. Tačiau, turint galvoje medžiagų mokslo, inžinerijos ir projektavimo pažangą, kitose Olimpinėse žaidynėse jis ir jo mokiniai bus rimti sveikų olimpiečių konkurentai. O dar po ketverių metų vyksiančiose žaidynėse sportininkai su fiziniais trūkumais gali tapti neįveikiami.

Kalbame ne tik apie galūnes. Neprigirdinčių žmonių anksčiau naudoti dideli kūgiai (vadinamieji „ausų trimitai“) ilgainiui tapo varginančiomis ir blogai veikiančiomis pagalbinėmis priemonėmis. Jas pakeitė nepastebimi, mažyčiai klausos aparatai. O dabar vidiniai sraigės implantai net kurtiesiems suteikia galimybę girdėti. Tačiau ne taip, kaip vykstant natūraliai evoliucijai, kuriai reikia šimtmečių, skaitmeninių technologijų pajėgumas padvigubėja kas pora metų, o jų kaina sumažėja perpus kas kelis mėnesius. Greitai žmonės su tokiais implantais girdės ne blogiau už mus – o gal net geriau. Tikriausiai tie įtaisai apims platų ir reguliuojamą garso bangų diapazoną, leis išgirsti ir tuos garsus, kuriuos girdi šunys, šikšnosparniai ar delfinai. Nešiojantys tokius implantus galės savo nuožiūra pritaikyti juos prie įvairios aplinkos. Gali pasitaikyti ir tokių dalykų, kad muzikantai su natūralia klausa kreipsis į teismus dėl diskriminacijos, kai jų nepriims į darbą simfoniniai orkestrai.

Naujos rūšies formavimasis neturi būti mechaninis. Yra paralelinis spartus judėjimas pirmyn kamieninių ląstelių ir audinių inžinerijos kryptimis. Nors

pastaraisiais metais globalinė ekonomika susitraukė, daugybė nepaprastų atradimų atvėrė įdomias galimybes, kurios bus prisimenamos daug ilgiau nei biržos indeksų mažėjimas. Japonijos ir Viskonsino laboratorijose odos ląsteles pavyko paversti kamieninėmis. Jau gerokai priartėjome prie to meto, kai bet kokią mūsų kūno ląstelę bus galima sugrąžinti prie jos pradinės būsenos (universalios kamieninės ląstelės) ir panaudoti bet kuriai mūsų kūno daliai atkurti. Harvardo mokslininkų komanda pašalino iš pelės širdies visas ląsteles, palikdama tik kremzlinį karkasą. Tuomet jis buvo padengtas pelės kamieninėmis ląstelėmis, kurios savaime, be jokio įsikišimo, susitelkė ir tapo plakančia širdimi.

*Wake Forest* universiteto mokslininkų grupė užaugino žmogaus šlapimo pūsles ir jas implantavo nelaimingų atsitikimų bei vėžio aukoms. Šių metų pabaigoje Europos mokslininkų komanda paėmė negyvo donoro trachėją, pašalino nuo jos ląsteles ir padengė karkasą kaulų čiulpų ląstelėmis, paimtomis iš paciento, mirštančio nuo džiovos. Tos ląstelės natūraliai susispietė į normaliai veikiančią trachėją, kuri buvo implantuota tam pacientui. Nereikėjo jokių imuniteto slopintojų, nes naująjį organą dengiančias ląsteles paciento kūnas pripažino savomis. Tai tik vienas pavyzdys, kaip ligonių gydymas pasirinktinėmis procedūromis gali greitai paplisti tarp visų gyventojų.

Visuotinis plastinės chirurgijos paplitimas rodo, kiek daug žmonių yra pasiryžę skirti nemažai lėšų, iškęsti skausmus ir nepatogumus, siekdami patobulinti savo kūnus. 1996–2002 metais nebūtinų kosmetinių chirurginių operacijų skaičius padidėjo 297 proc., o minimalių invazinių procedūrų skaičius – net 4146 proc. Kai dirbtiniai sąnariai, akys, ausys ir kremzlės jų naudotojams pradeda teikti daug pranašumų, procedūros turinčių fizinių trūkumų žmonių gyvenimo kokybei gerinti gali tapti įprastu dalyku.

Kai vieno mano draugo dukteriai bejodinėjant trūko sausgyslės, gydytojai jai pasakė, kad atstatant koją galima panaudoti jos pačios sausgysles, paimtas iš kitų kūno vietų. Kadangi ji buvo dar labai jauna, jos kūnui augant šią procedūrą būtų reikėję kartoti tris kartus. Tačiau dėl to, kad jos tėvai buvo pažįstami su audinių inžinieriais, auginančiais sausgysles laboratorijoje, ji tapo viena iš pirmųjų pacienčių, išbandžiusių naująją procedūrą, kurioje ląstelėms leidžiama augti natūraliai ir nereikia jokių persodinimų. Šiandien ji yra puiki slidininkė, o jos treneris, nustatęs, kad jos „pažeistas" kelis yra gerokai stipresnis, pasiteiravo, ar ji negalėtų tokią pat procedūrą atlikti ir kitai kojai.

Išmokus atauginti ar pertvarkyti daugiau kūno dalių, greičiausiai bus gerokai pailginta vidutinė gyvenimo trukmė ir įžengsime į trečiąjį naujos biologinės rūšies formavimosi etapą. Besinaudojantys *Google* sistema jau turi nepaprastai didelį evoliucinį pranašumą prieš internetinius beraščius. Per ateinantį dešimtmetį atsiras galimybė išsaugoti viską, ką per savo gyvenimą teko matyti, skaityti, girdėti.

Tačiau išlieka klausimas, ar galėsime iš naujo įkrauti ir patobulinti tuos duomenis, kai pagrindinis organas, kuriame jie laikomi, suges? Ar sugebėsime padidinti to organo kognityvinį pajėgumą vidiniu ar išoriniu būdu?

Masačusetso technologijos institutas jau subūrė daugelį pažinimu besidominčių žmonių – neuromokslininkų, chirurgų, radiologų, psichologų, psichiatrų, kompiuterių specialistų – turinčių pradėti aiškintis, kas vyksta toje „juodojoje dėžėje". Perprasti kitų kūno dalių veikimą greičiausiai bus lengviau nei smegenų, tad pertvarkant smegenų veiklą pažanga bus lėčiausia, bet ilgainiui ši sritis gali būti viena iš tų, kurios turi didžiausią naujos biologinės rūšies formavimosi potencialą.

Naujos biologinės rūšies formavimasis nebus apgalvotas, suprogramuotas įvykis – jis apims vis spartėjantį mažų naudingų patobulėjimų kaupimąsi, dėl kurio *Homo sapiens* galų gale taps nauju hominidu. Netrukus pradėsime matyti šios iš dalies mechaninės, o iš dalies – ataugintos būtybės, sparčiai varančios pirmyn savo vystymąsi, įrodymus. Gyvybės medžio ir hominidų šakoms plintant toliau, daugelis mūsų vaikaičių greičiausiai pertvarkys save į tai, ką būtų galima laikyti nauja biologine rūšimi, turinčia nepaprastų gebėjimų – į *Homo evolutis*.

# ATVIRA VISATA

## STUART KAUFFMAN

STIUARTAS KAUFMANAS yra Kalgario universiteto Biosudėtingumo ir informatikos instituto direktorius ir knygos „Šventumo atradimas iš naujo: naujas požiūris į mokslą, protą ir religiją“ (*Reinventing the Sacred: A New View of Science, Reason, and Religion*) autorius.

Džono Brokmano (*John Brockman*) klausimas labai skaudus: kas pakeis viską? Be abejo, to nežino niekas. Bet tas faktas, kad to nežino niekas, gali tapti tuo mūsų gyvenimo ir visatos bruožu, kuris pakeis viską. Redukcionizmas kaip vyraujanti pasaulėžiūra Vakarų visuomenėje viešpatavo 350 metų. Fizikas Stivenas Veinbergas (*Steven Weinberg*) sako: kai mokslas nieko nebegalės, tai viskas – visuomenės, žmonės, organai, ląstelės, biochemija, chemija – paaiškinimų ieškos fizikoje ir galutinėje teorijoje.

Manau, jis neteisus: biosferos, ekonomikos, žmonių kultūros evoliucija, galbūt ir abiotinio pasaulio aspektai fizikos dėsniams iš dalies nepaklūsta, jie nėra kilę iš pagrindinių fizikos principų. Visata yra atvira.

Daugelis fizikų, tarp jų ir Filipas Andersonas (*Philip Anderson*) bei Robertas Laflinas (*Robert Laughlin*) redukcionizmo adekvatumu jau abejoja. Pastarasis kalba apie organizavimosi dėsnius, kurie nekyla iš fundamentinių fizikos dėsnių. Čia pateiksiu tik vieną pavyzdį. Pagalvokime apie gana įvairų molekulių rūšių – peptidų, RNR ar mažosios molekulės – rinkinį. Reaguoti jos negali, todėl galima tikėtis, kad bus tik tų reakcijų katalizatoriai. Analitiškai galima parodyti, kad, esant pakankamai molekulių rūšių ir reakcijų įvairovei, galima tikėtis, jog šios sistemos nariai katalizuos tiek daug reakcijų, kad susidarys didžiulis katalizuotų reakcijų tinklas, kuris bus kolektyviai autokatalizinis. Jis reprodukuosis.

Apie autokatalizinio tinklo teoriją būtų svarbiausia pasakyti, kad tai yra matematinė teorija, kurios negalima redukuoti iki fizikos dėsnių, net, jei norint pateikti jos pavyzdžių, reikėtų pasitelkti fizinės „medžiagos“. Tai yra organizavimosi dėsnis, kuris galėjo suvaidinti tam tikrą vaidmenį gyvybės kilmės procese.

O dabar pagalvokime apie tai, kiek gali susidaryti baltymų, turint 200 aminorūgščių: $20^{200}$! Jei $10^{80}$ dalelių (tiek jų yra visoje mums žinomoje visatoje) neveiktų nieko kito, o tik gamintų baltymus, turinčius 200 aminorūgščių visą Planko laiko skalės apimamą laiką, ir jei mūsų visatos amžius būtų 13,7 mlrd. metų, tai, norint pagaminti visus įmanomus tokio grandinės ilgio baltymus, prisireiktų $10^{39}$ mūsų visatos amžių. Vadinasi, aukštesniame už atominį lygį lygmenyje mūsų visatos trajektorija yra unikali. Ji labai dideliu mastu yra neergodinė (t. y. nepaklūstanti didžiųjų skaičių dėsniui – vert. past.). Dėl to niekada nepajėgsime sukurti visų įmanomų sudėtingų molekulių, organų, organizmų ar socialinių sistemų. Šia antrąja prasme mūsų visata yra neapibrėžtai atvira „į viršų“, sudėtingumo link.

Paimkime kad ir žmogaus širdį, kuri vystėsi neergodinėje visatoje. Aš tvirtinu, kad fizikai negali nei išvesti, nei modeliuoti širdies susidarymo evoliuciniu būdu. Apie modeliavimą, atrodo, apskritai negali būti kalbos, turint galvoje galimus kvantinius kauliukų mėtymo variantus (pavyzdžiui, genų mutaciją veikiant kosminiams spinduliams). O jei ir būtų sukurta be galo daug modelių, tai net ir tada nebūtų būdo nustatyti, kuris iš jų apima mūsų biosferos evoliuciją.

Sakykime, turime galimybę paklausti Č. Darvino, kokia yra širdies paskirtis. „Varinėti kraują“, – toks būtų trumpas jo atsakymas. Tačiau nepilnas. Mokslininkas pastebėjo, kad tie organizmo bruožai, kurie neturi selekcinės naudos dabartinėje aplinkoje, jos gali įgyti kitokioje aplinkoje. Tokią savybę Č. Darvinas pavadino preadaptacija, arba egzaptacija. Štai pavyzdys. Kai kurios žuvys turi plaukiojamąsias pūsles, iš dalies užpildytas oru, iš dalies vandeniu; taip reguliuoja savo plūdrumą vandenyje. Jos yra kilusios iš žuvų su plaučiais. Į kai kurių žuvų plaučius patekdavo vandens, ir štai dabar jų viduje atsirado maišelis, iš dalies užpildytas oru, iš dalies vandeniu, pasiruošęs tapti plaukiojamąja pūsle. Čia iškyla trys klausimai: ar biosferoje atsirado nauja funkcija? Taip, reikėjo išmokti neutralaus plūdrumo vandenyje. Ar tai turėjo pasekmių biosferos evoliucijai? Taip, atsirado naujų rūšių, baltymų ir t. t.

O dabar pereikime prie esminio trečio klausimo: kaip manote, ar įmanoma numatyti visas įmanomas Č. Darvino egzaptacijas visų dabar gyvenančių organizmų, ar tik žmonių? Greičiausiai sutiksime, kad atsakymas, žinoma, bus neigiamas, kad neįmanoma numatyti visų įmanomų egzaptacijų. Kaip jau minėjome pirmoje pastraipoje, *iš tikrųjų nežinome, kas bus*. Atrodo, šios problemos dalį sudaro tai, kad neįmanoma iš anksto numatyti visų galimų selekcinių aplinkų. Tad kaip galėsime žinoti, ar mums pavyko? Lygiai taip pat nepajėgsime iš anksto nustatyti tų vieno ar kelių organizmų bruožų, kurie gali tapti egzaptacijomis.

Taigi apie tokių preadaptacijų tikimybę negalime pasakyti nieko. Juk nežinome galimybių erdvės (pavyzdžio erdvės), todėl negalime sukurti tikimybės matmens.

Ar gali būti gamtos dėsnis, apibūdinantis plaukimo pūslės evoliuciją? Jei gamtos dėsnis yra iš anksto turimas glaustas apibūdinimas, tai ir šiuo atveju atsakymas būtų aiškiai neigiamas. *Tačiau jei taip, tai netiesa, kad visatos vystymąsi įmanoma iki galo apibūdinti gamtos dėsniais*. Tai prieštarautų mūsų požiūriams nuo Renė Dekarto (*René Descartes*), Galileo Galilėjaus (*Galileo Galilei*) ir Izaoko Niutono (*Isaac Newton*) laikų. Atrodo, visatos vystymasis iš dalies nepaklūsta jokiems dėsniams – vyksta radikaliai kūrybiškai.

Leiskite nurodyti Gretimą mūsų biosferos galimybę. Kai atsirado žuvų su plaučiais, plaukiojamosios pūslės buvo Gretima biosferos galimybė. O kol nebuvo daugialąsčių organizmų, kaip Gretimos biosferos galimybės *nebuvo* ir plaukiojamųjų pūslių. Taigi mums tiesiai panosėje vyksta nuostabūs dalykai: atsiradusi plaukiojamoji pūslė tapo selekciniu pranašumu *savo kontekste*. Ji pakeitė tai, kas biosferoje jau buvo, ir tai savo ruožtu sukūrė naują Gretimą biosferos galimybę. Biosfera su vidiniu nuoseklumu pati persitvarko į nuolat kintančią neprognozuojamą Gretimą galimybę.

Jei plaukiojamosios pūslės atsiradimas iš dalies vyko ne pagal gamtos dėsnius, tai jis tikrai nebuvo sukeltas svarbiausių fizikos dėsnių veikimo, todėl dedukciniu būdu jos negalima išvesti iš fizikos. *Jei taip, tai egzistavimui neergodinėje visatoje pagrįsti reikia paaiškinimo, kurio negalima išvesti iš tokios nesamos priežasties. Visata yra atvira.*

Dalį atsakymo gali duoti faktas, kad gyvybė, kaip atrodo, vystydamasi kuria žaidimus, teikiančius vis daugiau teigiamų rezultatų. Organizmų įvairo-

vei didėjant, didėja ir organizmo „bruožų“ skaičius, atsiranda daugiau atrankos būdų, leidžiančių daryti mutualizmų (abipusių priklausomybių) atranką. Tie mutualizmai tampa bendro egzistavimo visatoje sąlygomis.

Kolibris, kišdamas savo snapelį į žiedą ieškoti nektaro, nutrina žiedadulkes, paskui nuskrenda prie kito žiedo, tęsdamas nektaro paieškas, ir jo atneštos žiedadulkės patenka ant to žiedo kuokelių; šitaip tas žiedas yra apdulkinamas. Tačiau tie mutualiniai bruožai yra sąlygos, kurios užtikrina bendrą biologinių rūšių egzistavimą atviroje visatoje. Mutualizmų biosferoje labai daug.

Biologas Skotas Gilbertas (*Scott Gilbert*) taikliai pastebėjo, kad jų kilmei būdinga abipusė priklausomybė. Šioje atviroje visatoje už svarbiausių fizikos dėsnių veikimo sferos ribų susiduriame su iš dalies nepaklūstančiu jokiems dėsniams nepaliaujamu kūrybiškumu ir visą laiką tarpusavio priklausomybėmis susietu naujų dalykų atsiradimu, kuris keičia ir tai, kas yra, ir nuolat atsinaujinančią Gretimą galimybę, prie kurios kūrimo nepaliaujamai ir su vidiniu nuoseklumu prisidedame ir mes. Be to, būdas, kaip tai vyksta, yra nei visiškai nulemtas fizikos dėsnių, nei visai atsitiktinis. Privalome peržiūrėti ir save, ir visatą.

# GYVENIMAS IKI ŠIMTO PENKIASDEŠIMTIES METŲ

## GREGORY BENFORD

GREGORIS BENFORDAS yra rašytojas, vienas iš *Genescient* kompanijos steigėjų bei jos valdybos pirmininkas ir knygos *The Sunborn* autorius.

Tikiuosi išvysti, kaip tai įvyks, nes gyvensiu ilgiau. Gal net iki 150-ies metų, taigi trisdešimčia metų ilgiau, nei kol kas yra išgyvenęs bet kuris žmogus. Tikiuosi dėl to, kad šią problemą nagrinėjau ir mačiau genomikos taikymo sudėtingoms mūsų senėjimo problemoms spręsti pasekmes.

Nuo Aristotelio laikų daugelis mokslininkų ir net kai kurie gydytojai (jie tai turėjo išmanyti geriau) manė, kad senėjimą sukelia keli mechanizmai, ardantys mūsų kūnus. Pastarojo dešimtmečio perversmas genomikos srityje dabar žada patikimą XXI amžiaus kelią ilgaamžiškumo didinimo link, belieka tik juo eiti. Genomika atskleidžia tai, ką gydytojai ir taip intuityviai jautė: realių klinikinių pacientų senėjimo patofiziologijos stulbinantį sudėtingumą. Mes negalime išspręsti „senėjimo problemos“ naudodami įprastinius ląstelių biologijos tyrimo metodus, nors jie labai padėjo įveikti kai kurias kitas medicinos problemas.

Senėjimas nėra irimo procesas, aktyviai sukurtas natūraliosios atrankos. Priešingai, jį sukelia natūraliosios atrankos nebuvimas brandaus amžiaus pa-

baigoje. To nesupratimas ir yra priežastis, dėl kurios niekaip nepavyksta paaiškinti ar valdyti senėjimo ir jį lemiančių chroniškų ligų. Senėjimą sukelia daugybė genetinių trūkumų, o ne kokia nors viena biocheminė problema.

Tačiau dabar jau turime genomiką, atskleidžiančią visus organizmo genus. Negana to, jau galime stebėti, kaip kiekvienas iš jų pasireiškia mūsų kūnuose. Genomika, bendradarbiaudama su geriatrine patologija, atskleidžia sudėtingas senstančių organų sistemų koordinavimo problemas. Gyventojų genetika parodo senėjimo priežastį ir gana greitai suras, kaip šį procesą valdyti. Senėjimas atsiranda dėl tarpusavyje susijusių veiksnių sudėtingumo, kuris šimtus kartų didesnis nei ląstelių biologai manė iki XX a. paskutiniojo dešimtmečio pabaigos.

Daugiagalvės senėjimo pabaisos neįmanoma sustabdyti jokiomis vakcinomis ar papildant organizmą kokiu nors trūkstamu hormonu. Nėra jokio svarbiausio reguliuojančio geno ar besikaupiančių pažeidimų kelių. Yra tik sudėtingi keliai, kuriais dabartinis veiklos efektyvumas neišvengiamai mainomas į ilgalaikį įrimą. Šitokia evoliucijos strategija neaplenkia ir mūsų.

Taigi senėjimo mįslė yra genominio masto. Senėjimą lemia ne biocheminės ar ląstelinės priežastys, o evoliucijos šalutiniai padariniai per natūraliąją atranką. Tai reiškia, kad su juo galima kovoti evoliucijos valdymo būdu.

Maiklas Rouzas (*Michael Rose*) iš Kalifornijos universiteto Irvine išaugino vadinamąsias „Matuzalemo muses“, gyvenančias keturis kartus ilgiau už laboratorijoje laikomas kontrolines muses. Jam pavyko tai pasiekti neleidžiant joms perėti savo kiaušinėlių tol, kol pusė jų nežuvo. Taip jis eksperimentavo su šimtais musių kartų. Matuzalemo musės yra ne silpnesnės, o stipresnės, jos atsparesnės stresui.

Matuzalemo musių genomika rodo tankiai vienas ant kito užsiklojančius kelius. Valdoma evoliucija juos naudoja ilgaamžiškumui didinti. Kadangi trys ketvirtadaliai musių genų yra tokie patys, kaip ir mūsų, jie daug pasako ir apie mūsų pačių evoliucijos kelius. Daugelį iš tų kelių jau pažįstame ir galime padidinti jų atsparumą kai kuriems senėjimo sukeltiems sutrikimams.

Ieškodami medžiagų, galinčių sustiprinti tų kelių veikimą, gauname XXI amžiaus požiūrį į senėjimą. Tokie tyrimai sparčiai vystomi privačiose kompanijose, įskaitant ir tą, kurią kartu su kitais kolegomis prieš trejetą metų įsteigiau ir aš. Ši tyrimų sritis sparčiai vystosi. Dėl genominio perversmo daugelio kelių naudojimas senėjimui kompensuoti tampa neišvengiamas.

Iš pradžių ateina žinojimas ir tik vėliau – jo panaudojimas. Inžinerija naudojasi mokslo rezultatais. Atrodo, jog nebėra svarbių priežasčių, kodėl negalėtume gyventi iki 150-ies metų ar dar ilgiau. Galų gale ir pati gamta gana gerai moka tai daryti. Žinome 4800 metų amžiaus gająją pušį (*Pinus longaeva*), 400 metų valgomąjį jūros moliuską, daugiau kaip 200 metų banginius, vėžlius bei *koi* (prijaukintus paprastojo karpio giminaičius), ir tam nereikėjo jokio žmogaus įsikišimo, jokių technologijų. Tie organizmai naudojasi tais pačiais keliais kaip ir mes – ir tai mes jau pajėgiame suprasti.

Prireiks ne vieno dešimtmečio, kad surastume daugiau būdų, kaip paveikti ilgaamžiškumo genus, apie kuriuos jau nemažai žinome. Gamta jiems kurti sugaišo kelis milijardus metų, o mums dabar reikia juos perprasti naudojantis išmaniomis šiuolaikinėmis priemonėmis. Atsirandantys nauji metodai veikia tuos pagrindinius kelius, tiesiogiai paveikdami ir visų tipų organus. Pagal nusistovėjusias tradicijas medicina sutelkia dėmesį į ligą, izoliuodama atskirus organus ir juos tirdama. Savo laiku toks būdas buvo visiškai priimtinas, tačiau dabar jau manoma, kad geriau sutelkti dėmesį į visą organizmą. Tai padaryti pajėgi tik genomika, žiūrinti į visą vaizdą.

Jau greitai paprastos maisto papildų piliulės bus nukreiptos į labiausiai paplitusius sutrikimus – širdies ir kraujagyslių sistemos, neurologinius, diabetinius. Be to, artėjant laikui, kai visiems taps prieinami asmeniniai genominiai duomenys, bus galima skirti tikslinius papildus, dabar vadinamus nutrigenominiais (*nutrigenomics*). Būdami pritaikyti prie kiekvieno žmogaus asmeninio genomo, jie galės sustiprinti taisymo ir stiprinimo mechanizmus, kuriais gamta apdovanojo genomiškai palankesnio likimo žmones.

Tai kas gi bus tada, jei visa tai gerai veiks?

Mūsų gyvenimo trukmės nuolatinio didėjimo perspektyva kai kurioms vyriausybėms kelia siaubą. Ilgainiui tai privers jas daryti spaudimą, kad mes dirbtume ilgiau – tikrai žymiai ilgiau nei iki 65 metų ribos, nustatytos daugumos Europos Sąjungos šalių. Mes pamažu suprasime, kad energinga, kunkuliuojanti senatvė yra ne prakeikimas, o palaima.

Gyvenimas iki 150-ies metų užtikrina ir mūsų perspektyvos pailgėjimą. Teks gyventi ateities ekologinėmis sąlygomis, todėl verta pasirūpinti, kad jos būtų tam tinkamos. Reikės daryti ilgalaikes investicijas, todėl pratinkimės prie ilgalaikio mąstymo. Ir socialines problemas teks spręsti mums, o ne to-

limiems mūsų ainiams, nes tos problemos visą laiką vystosi ir jų sulauksime mes, o ne kiti.

„Senas amžius“ ne atskirs, izoliuos žmones, o veikiau taps socialinio augimo priežastimi. Kai ilgesnį amžių lydės ir tvirta sveikata, padidės senų žmonių socialinė atsakomybė, patirtis susilies su energija ką nors veikti. Nereikėtų bijoti senatviško atsargumo ir stengimosi nesikišti. Kai visuomenė supras, jog žmonės, gavę išsilavinimą būdami 20-ies, gali jį naudoti dar apie 100 metų ir tebedirbti gerokai perkopę šį garbingą slenkstį, XX a. socialinė darbotvarkė išnyks. Niekas neišeis į pensiją sulaukęs tik 65-erių. Žmonės keis darbus, bandys įgyvendinti savo senas svajones, gal net susirasti naujas poras, naują meilę. Pamatysime, kad gyvenimo patirtis gali apmalšinti karštas jaunystės aistras, jei tik sveikas kūnas netrukdo gyventi. Tokia ateitis bus brandesnė, taigi ir turtingesnė.

Visos tos socialinės perspektyvos kyla iš genominio perversmo. XXI a. dar tik prasidėjo, o jau atrodo, kad dauguma tų, kurie jį sutiko, jį ir išlydės – laimingai, po gero paplaukiojimo anksti rytą ir smagaus XXII a. sutikimo pobūvio vakare. Pirmasis žmogus, sulauksiantis 150-ies metų, gal kaip tik šiuo metu skaito šias eilutes.

# MIRTIES VALDYMAS

## MARCELO GLEISER

MARČELAS GLEIZERIS yra Dartmuto koledžo fizikos profesorius ir knygos „Pranašas ir astronomas: apokaliptinis mokslas ir pasaulio pabaiga“ (*The Prophet and the Astronomer: Apocalyptic Science and the End of the World*) autorius.

Nėra klausimo, kuris būtų svarbesnis už mirtingumą. Mes mirsime ir tai žinome. Tai bauginama, nepermaldaujama tiesa, viena iš nedaugelio absoliučių tiesų, kurios tikrumu galime neabejoti. Kitos vertos dėmesio absoliučios tiesos daugiausia yra matematinės, sakykim, 2 + 2 = 4. Prancūzų filosofui ir matematikui Blezui Paskaliui (*Blaise Pascal*) niekas nekėlė tokio siaubo, kaip „begalinių atvirų erdvių tyla“, ta nebūtis, kuri supa laiko pabaigą, ir apie kurią nieko nežinome.

Juk mirtis yra laiko pabaiga, patirties pabaiga. Net jei esate religingas ir tikite pomirtiniu gyvenimu, jame vis tiek viskas bus kitaip: arba pateksite į amžinąjį rojų (ar pragarą), arba tapsite kokia nors reinkarnuota siela. O jei nesate religingas, tai mirtis reikš sąmonės pabaigą. Pasibaigus sąmonei, pasibaigs ir galimybė mėgautis skaniu maistu, skaityti gerą knygą, gėrėtis puikiu saulėlydžiu, sekso malonumais, ką nors mylėti. Gan niūru.

Egzistuojame tik tol, kol žmonės mus prisimena. Galvoju apie savo protėvius XIX a. Ukrainoje. Kas jie buvo? Apie juos neliko jokios rašytinės medžiagos, jokių nuotraukų, nieko. Liko tik jų genų dabartinėje mūsų kartoje.

Tai ką daryti? Platiname savo genus, rašome knygas ir apybraižas, įrodinėjame teoremas, išradinėjame šeimos patiekalų receptūras, kuriame eilėraščius ir simfonijas, tapome ir kuriame skulptūras – žodžiu, stengiamės sukurti

kažką pastovaus, išvengti užmaršties. Ar šiuolaikinis mokslas negali pasiūlyti ko nors geresnio? Ar negalime pagalvoti apie ateitį, kurioje valdytume mirtį? Neabejoju, kad, svarstydamas tokią galimybę, esu tikrai per didelis optimistas, bet pagunda svarstyti šią problemą yra per didelė, kad galėčiau jai atsispirti.

Sakykime, sulauksiu 101 metų – tiek, kiek Irvinas Berlinas (*Irving Berlin*). Tokiu atveju man prieš akis dar pusė gyvenimo. Ateina į galvą du būdai mirčiai sutramdyti: vienas ląstelių lygmens, kitas – kūno integracija su genetika, kognityviniais mokslais ir kibernetine technologija. Neabejoju, yra ir kitų būdų. Tačiau pirmiausia norėčiau aiškiai pasakyti, kad, esant dabartiniam mokslo lygiui, mirties įveikti visiškai neįmanoma. Jei atmesime svaičiojimus, teks pripažinti, kad šiuolaikinė fizika draudžia keliones laiku į praeitį. Deja, negalime sėsti į laiko mašiną ir dar kelis kartus išgyventi savo jaunystę. (Tiesą sakant, tai atrodo truputį bauginamai.)

Priežastingumas yra nenuolaidus šeimininkas. Taip pat, jei tik nesate vampyras (prisipažinsiu – būdavo akimirkų, kai norėdavau juo būti), taigi negalite atsidurti už fizikos dėsnių veikimo ribų, tai tikrai negalėsite išvengti antrojo termodinamikos dėsnio veikimo. Net atvira sistema – žmogaus kūnas – gebanti sąveikauti su savo aplinka, siurbti iš jos maisto medžiagas, energiją, pamažu irs.

Per gyvenimą sudeginame per daug deguonies. Gyvename ir gyvendami rūdijame. Štai čia ir slypi žiaurus gyvenimo kompromisas: privalome valgyti, kad išliktume gyvi, bet valgydami pamažu žudome save. Ląstelių lygyje mitochondrijos yra maži varikliai, maistą paverčiantys energija. Badaujančios ląstelės gyvena ilgiau. Atrodo, šiame procese dalyvauja baltymai iš sirtuinų (*sirtuin = Silent Information Regulator 2*) grupės. Jie trukdo vykti apoptozei – ląstelių susinaikinimo programai.

Ar galėtų tinkama sirtuino ar dar ko nors dozė žymiai sulėtinti žmonių senėjimą? Po kelių dešimtmečių gal ir galės. Genų veikla gali susipinti ir su įprastiniu mitochondriniu kvėpavimu: buvo nustatyta, kad susilpnėjęs *mclkl* genas lėtina pelių senėjimą. Kažkas panašaus vyksta ir *Caenorhabditis elegans* kirminuose. Tie rezultatai perša mintį, kad tie patys molekuliniai senėjimo mechanizmai paplitę visame gyvūnijos pasaulyje.

Galima spėlioti, kad, pavyzdžiui, 2040 m. šių dviejų mechanizmų derinys leis mokslininkams atskleisti ląstelių senėjimo paslaptis. Tai nėra tas gy-

vybės eliksyras, apie kurį svajojo alchemikai, bet vidutinę žmogaus gyvenimo trukmę galbūt būtų galima pailginti iki 125 metų ar dar daugiau. Tai būtų didelis šuolis pirmyn, palyginti su dabartiniu JAV vidurkiu – maždaug 77 metų Žinoma, tai bus didžiulė našta, be kitų, ir socialinio aprūpinimo sistemai, tačiau tada jau ir į pensiją bus išeinama tik sulaukus apie 100 metų.

Antra galimybė yra kur kas drąsesnė, ir ji greičiausiai turi kur kas mažiau galimybių tapti tikrove per tuos 50 metų, kurie man dar liko gyventi. Žmonių klonavimą sujunkite su visų jūsų prisiminimų sukaupimu didžiulėje duomenų bazėje. Padarykite tam tikro amžiaus klono su atitinkama atmintimi injekciją. Štai taip! Ar tas klonas – tai jūs? Iš tikrųjų to niekas nežino. Žinoma, atsitiktinis klonas be jokios atminties tam netiks. Mes esame tokie, ką prisimename.

Kad galėtume gyventi toliau, nekeisdami savo tapatybės, turime neprarasti atminties. Žinoma, išskyrus tą atvejį, jei savęs nemėgstame ir norime pamiršti praeitį. Taigi, darydami prielaidą, kad toks didžiulis technologinis šuolis apskritai yra įmanomas, galėsime persikelti į savo naują kopiją, kai dabartinė pasens ir taps sukriošusi. Kai kurie iš mano kolegų lažinasi, kad tokios technologijos taps prieinamos dar šiame šimtmetyje.

Nors iš prigimties esu optimistas, vis dėlto tuo rimtai abejoju. Kaip ten bus iš tikrųjų, greičiausiai niekada nebesužinosiu, nesužinos ir mano kolegos. Tačiau, be jokios abejonės, valdyti mirtį yra didžiausia žmonių svajonė, nes tai toks dalykas, kuris gali pakeisti ir visa kita. To sukeltą viską giliai transformuojantį socialinį ir etinį perversmą aprašysiu kitoje apybraižoje. O kol kas pasinaudoju patarimu iš Mari Šeli (*Mary Shelley*) romano „Frankenšteinas“, kad galbūt yra tokių pažangių dalykų, kuriems iš tikrųjų esame nepasirengę.

# GALAS OPCIONO SUTARTIES VERTĖS MAŽĖJIMUI, ARTĖJANT JOS PABAIGOS TERMINUI

## EMANUEL DERMAN

EMANUELIS DERMANAS yra Kolumbijos universiteto finansų inžinerijos profesorius, *Prisma Capital Partners* kompanijos direktorius, buvęs *Goldman Sachs* investicinio banko Kiekybinės rizikos strategijų grupės vadovas ir knygos „Mano kaip kiekybinės analizės specialisto gyvenimas: apmąstymai apie fiziką ir finansus“ (*My Life as a Quant: Reflections on Physics and Finance*) autorius.

Didžiausias keičiantis žaidimą dalykas jei ne mano, tai jūsų ateityje bus amžiaus pailginimas. Jau pailgintas pelių ir kirminų, taigi tikrai netrukus bus pailgintas ir visų kitų gyvūnų.

Atrodo, šiuo metu kaina, kurią tenka sumokėti už gyvenimo trukmės pailginimą, yra tokia: gyvenimas pusbadžiu. Žmonės, kurie renkasi šį kelią, nešioja palaidus drabužius savo išsikišusiems šonkauliams ir geriems norams paslėpti. Tas marinimasis, siekiant ilgiau gyventi, yra kažkoks gėdingas. Tačiau

kaip tik šiuo metu biologai terliojasi su resveratroliu ir sirtuinais, stengdamiesi gyvenimą pailginti ir neribojant kalorijų.

Gyvenimas ir meilė geri tuo, kad nėra begaliniai. Į ką gi būtų panašus mūsų gyvenimas, jei gyventume amžinai? Pasikeistų viskas.

Finansinių opcionų tyrimai rodo, kad nemokamų pietų nebūna. Vieni sandoriai duoda pelno, kiti atneša nuostolių. Jei norite turėti galimybę rinktis, turite už tai mokėti tam tikrą kainą. Tos kainos dalį sudaro tai, kad opciono vertė nepaliaujamai mažėja kiekvieną dieną. Jei pasieksite pasaulį, kuriame nei vieno dalyko vertė nemažėtų, tai taip bus tik dėl to, kad jame nebus dalykų, kurių vertė galėtų mažėti.

Tokiame pasaulyje niekas nemirtų. Niekas nesentų. Niekas nesirgtų. Pažvelgę į jo gyventojus ar juos palietę, negalėtumėte pasakyti, kiek jiems metų. Jame nebūtų jokių meilės romanų. Nebūtų vietos naujiems žmonėms. Viskas būtų panašu į kokį nors amerikietišką automobilį Havanoje, kuris be galo taisomas ir remontuojamas dar ilgai po to, kai jį pagaminę žmonės jau seniai po velėna. Nebūtų jokio veisimosi, jokio sekso, jokių naujagimių. Nebebūtų evoliucijos. Nereikėtų niekur skubėti, nereikėtų nieko guosti. Jei norėtumėte, kad kažkas būtų padaryta, jums reikėtų kreiptis į dirbantį žmogų, tik visa bėda, kad ten niekas neprivalėtų dirbti – kam tai daryti, jei viskas, ko reikia, tarnauja amžinai. Gyvenimas be mirties pakeistų absoliučiai viską.

Jei viskas būtų kaip ilgai grojanti plokštelė, tai ji turėtų suktis be galo lėtai.

Tai kas gi vis dėlto ten atliktų būtiniausius darbus? Atrinkti žmonės, kurie savo noru ar priverstinai nuspręstų būti mirtingi.

„Jei norime, kad daiktai išliktų tokie, kokie yra šiuo metu, tai jie turės keistis.“ (Džiuzepė di Lampeduza, „Leopardas“ (*Giuseppe di Lampedusa, The Leopard*)).

# VAKARŲ ANTARKTIDA IR SEPTYNI KITI MIEGANTYS MILŽINAI

## LAURENCE C. SMITH

LORENSAS SMITAS yra Kalifornijos universiteto Los Andžele geografijos ir žemės bei kosmoso mokslų profesorius.

Klasikinėje anglų pasakoje „Džekas ir pupa“ (*Jack and the Beanstalk*) narsus pagrindinis veikėjas rizikuoja būti prarytas, nes ne kartą įsibrauna į žmogėdros milžino namus ieškoti aukso. Viskas einasi gerai tol, kol kartą tas milžinas pabunda ir ima jį vytis. Tačiau Džekas jį parbloškia užburtu pupos stiebu ir sukapoja kirviu į gabalus. Šitaip jis ne tik išsigelbsti, bet ir turi nemažos ekonominės naudos iš gausaus grobio.

Ir pramoninė visuomenė turėjo didžiulės ekonominės ir socialinės naudos iš iškastinio kuro, kol kas dar nepažadinusi nė vieno milžino. Tačiau ir aš, ir mano kolegos žemės mokslų specialistai skiriame daug savo laiko išsiaiškinti, kokie milžinai gali snausti Žemės klimato sistemoje. Buvome įpratę manyti, kad klimatas veikia lėtai (pamažu įšyla ir pamažu atvėsta), tačiau dabar jau žinome, kad tai gali vykti ir staigiai.

Prieš 20 metų kiekvienas, kas būtų pranašavęs kokį nors staigų klimato pokytį (pavyzdžiui, kelis šimtus metų užsitęsiantį oro temperatūros žemėjimą ar staigų miškų nykimą), būtų buvęs išjuoktas. Tačiau šiandien daugybė em-

pirinių ir teorinių tyrimų rodo, kad staigūs snaudžiančių milžinų pabudimai klimato elgsenoje yra bauginamai dažni.

Senų laikų duomenys, išlikę medžių rievėse, nuogulose, ledynuose, olų stalaktituose ir kituose gamtos archyvuose, rodo, kad didžiąją pastarųjų 10 000 metų dalį (taigi kaip tik tą metą, kai išsivystė šiuolaikinė žemės ūkio visuomenė) klimatas buvo itin stabilus. Iki tol jis kisdavo kartais net labai smarkiai, temperatūra per 10 metų galėdavo pakilti net 10 °C. Tai tolygu tam, kad vidutinė temperatūra Mineapolyje per tokį laiką pasiektų vidutinę San Diego temperatūrą.

Net per pastaruosius palyginti ramius šimtmečius pasitaikė staigių pasikeitimų, pranokstančių viską, kas išliko naujausių laikų atmintyje. Medžių rievės rodo, kad per pastarąjį 1000 metų vakarinėje Jungtinių Valstijų dalyje buvo trys sausros, ne mažesnės už didžiąją XX a. ketvirtojo dešimtmečio sausrą su dulkių audromis JAV prerijose, bet trukusios 3–7 kartus ilgiau. Dvi iš jų galėjo prisidėti prie anasazių ir fremonto (*Anasazi and Fremont people*) indėnų genčių žlugimo.

Tokius pasikeitimus sukeliantys mechanizmai sudėtingi, bet juos perprasti įmanoma. Daugelis yra susiję su vandenyno srovių šilto ir šalto vandens regionuose krypties pasikeitimu, kuris yra pusiau nuspėjamas. Vienas iš gerai žinomų pavyzdžių yra El Ninjo ir La Ninja reiškiniai, pertvarkantys lietaus pasiskirstymą visame pasaulyje. Kitas svarbus veiksnys – termohalinė Atlanto cirkuliacija (*Atlantic thermohaline circulation – THC*).

Tai masyvus sunkio jėgos varomas „juostinis šilumos konvejeris“, Golfo srove tropikų šilumą nešantis į šiaurę. Kaip tik jis Europoje padeda išlaikyti švelnų klimatą, nors ji yra taip toli į šiaurę, kaip kai kurios Kanados vietos, tinkamiausios gyventi baltiesiems lokiams. Jei *THC* susilpnėtų ar visai sustotų, tai rytinė Jungtinių Valstijų dalis ir Europa taptų panašios į Aliaską.

Nors 2004 m. filmas „Diena po rytojaus“ (*The Day After Tomorrow*) ir bauginamas Pentagono 2003 m. dokumentinis filmas, vaizduojantys badą, pabėgėlius ir karus gal ir per daug sudirgino mūsų vaizduotę, tačiau *THC* sustojimas išlieka kaip mažai tikėtina, bet įmanoma grėsmė. Tai tikras miegantis milžinas manojoje tyrimų srityje.

Deja, yra ir daugiau miegančių milžinų, gal net pavojingesnių už *THC*. Šiuo metu nuodugniai tiriami septyni iš jų (potencialiai jie visi gali pakeisti žaidimą):

1) vasaros jūrinio ledo išnykimas Arkties vandenyne;
2) Grenlandijos ledo skydo tirpimo ir ledynų slinkimo į jūrą padidėjimas;
3) Vakarų Antarktidos ledo skydo „atitrūkimas“ nuo savo pagrindo;
4) spartus Amazonės miškų nykimas;
5) Indijos musonų sutrikimas;
6) metano, pavojingesnių už anglies dioksidą šiltnamio efektą sukeliančių dujų, išsiskyrimas iš atitirpstančio amžinojo įšalo grunto;
7) perėjimas prie nuolatinės El Ninjo būsenos.

Jei bet kuris iš jų įvyktų, tai, kaip ir *THC* atveju, to padariniai būtų labai dideli: kiltų pavojus mūsų maisto gamybai, vyktų vienų biologinių rūšių išnykimas, o kitų plėtra, būtų užlieti didieji pakrančių miestai.

Paimkime, pavyzdžiui, Grenlandijos ir Antarktidos ledo skydus. Juose yra susikaupęs didžiulis vandens kiekis – pakankamas visai mūsų planetai padengti daugiau kaip 60 m storio vandens sluoksniu. Artimiausiu laiku tai neįvyks, bet net ir menkas to ledo išteklių sumažėjimas (pavyzdžiui, tik 5 proc.) gerokai pakeistų mūsų krantų linijas.

Globalinis jūros lygis jau ir taip kasmet pakyla ⅓ cm ir per ilgą žmogaus gyvenimą jis pakils 18–60 cm, jei ledynų slinkimo nuo sausumos į jūrą greitis išliks pastovus. Tačiau ne mažiau kaip du atšilimo sukelti veiksniai šį procesą gali paspartinti: tai tirpsmo vandens sunkimasis į pagrindo uolienas ir pakrantėse plaukiojančio ledo masyvų eižėjimas. Jei šie milžinai nubus, tai, mūsų skaičiavimais, jūros lygis pakils 80–200 cm. Tai išties didelis vandens kiekis. Didžiąją Majamio teritorijos dalį reikėtų apjuosti pylimais arba ji atsidurtų po vandeniu.

Deja, dėl šių miegančių milžinų buvimo nuolatinis žmonių sukelto globalinio atšilimo pavojus ne mažėja, o didėja. Galbūt jau reikėtų prisukti žadintuvus, bet nežinome, kokią temperatūrą pasiekę jie turėtų subirbti. Ši mokslo šaka dar per jauna, be to, niekada negalėsite to atspėti tiksliai, kol tai neįvyks. Pavyzdžiui, nors kai kurie ekonomistai numatė, kad neapmokėtų kreditų mainų ir kitokių su skolinimusi glaudžiai susijusių finansinių produktų gausėjimas gali sukelti ekonominį krachą, kas galėjo tiksliai numatyti jo dydį ir laiką (2008 m. pabaigą)?

Kaip ir daugumos kitų slenkstinių reiškinių atveju, nepaprastai sunku nustatyti, kiekgi reikia bakštinti miegantį milžiną, kad nubustų. Jei reikėtų bandyti atspėti, sakyčiau, kad tai gali įvykti po kelių dešimtmečių, šimtmečių, o gal ir niekada. Kita vertus, vienas iš tų milžinų gal jau pradėjo judėti: 2007 m. rugsėjį, po to ir 2008 m. pirmą kartą mūsų atmintyje beveik 40 proc. vasaros pabaigos ledo Arkties vandenyne staiga visai išnyko.

Ne taip, kaip to pasakos Džeko, mokslininkų akys prie tamsos įpranta labai pamažu, bet jau pradedame įžvelgti kai kuriuos kontūrus ir išskirti ne vieną, o daug miegančių milžinų. Galima neabejoti tik tuo, kad nesiliaujantis atmosferos teršimas šilumą sulaikančiomis šiltnamio dujomis didina tikimybę, kad vienas iš jų, o gal net keli nubus iš karto.

# KLIMATO IŠSAUGOJIMAS: AR TIRPSTANTYS GRENLANDIJOS LEDYNAI PRISIDĖS PRIE ŠIOS PROBLEMOS SPRENDIMO?


## STEPHEN H. SCHNEIDER

STIVENAS ŠNEIDERIS yra Stanfordo universiteto biologas ir klimatologas ir knygos „Laboratorija Žemė: planetinio masto žaidimas, kurio pralošti negalime sau leisti“ (*Laboratory Earth: The Planetary Gamble We Can't Afford to Lose*) autorius.


Mokslininkai jau ne vieną dešimtmetį kalba apie žmonių veiklos sukeltus klimato pokyčius. Tą jie daro įvairiose vietose – JAV Kongrese, mokslininkų suvažiavimuose, žiniasklaidos renginiuose, korporacijų valdybų posėdžių kambariuose ir tokiuose dažnai rodomuose fantastiškuose kultūriniuose renginiuose, kaip „Gyvoji Žemė“ (*Live Earth*). Tačiau, ir praėjus pusšimčiui metų nuo to laiko, kai mokslininkai pradėjo reikšti rimtą susirūpinimą, pasaulis vis dar tebėra toli nuo prasmingo susitarimo imtis veiksmų, padėsiančių išvengti gresiančių pavojų, apribojant kenksmingų teršalų išmetimą.

To priežastis akivaizdi: sunku tikėtis, kad tie, kas turi naudos atmosferą naudodami kaip vietą nemokamai laikyti išmetamuosius dujinius transporto priemonių ir fabrikų degimo produktus, ims riboti savo svarbiausią veiklą – iškastinio kuro deginimą – lėmusią mūsų gerovę. Ir besivystančios šalys Kinija bei Indija lengvai neatsisakys tų metodų, kuriuos praturtėti naudojome mes, vien dėl kai kurių pavojų, kurie atrodo tolimi ir diskutuotini. Žinoma, imamasi ir realių veiksmų vietiniame, valstijų, valstybių ir tarptautiniame lygmenyje, tačiau žaidimą pakeisiančio pasaulinio susitarimo šiuo klausimu tikimybė tebėra menka.

Gerai dokumentuoti padariniai, sakykim, inuitų medžioklės kultūros išnykimas, pavojus, kurį kelia mažose salose įsikūrusioms valstybėms nepermaldaujamas jūros lygio kilimas, gresiantis biologinių rūšių išnykimas kritiškose vietose – kalnų viršūnėse arba nuo 1970 m. 5 kartus padidėjęs miškų gaisrų skaičius JAV vakaruose žaidimo kol kas dar nepakeitė. O kas galėtų jį pakeisti?

Kad galėtų kai ko atsisakyti (tradicinio praturtėjimo būdo, deginant akmens anglį, naftą ir dujas), šalys turėtų intuityviai suprasti, kad už tai jos kai ką gauna (apsaugą nuo nepriimtinų blogų pasekmių). Tą apsaugą pasiekti sunku, nes dauguma mokslinių vertinimų sąžiningai pripažįsta, jog šalia daugelio tikėtinų didelių pavojų vis dar lieka daug neaiškumų.

Mes dar negalime aiškiai pasakyti, kiek pakils jūros lygis per ateinančius 100 ar 200 metų – kelias pėdas ar kelis metrus. Pirmu atveju tai būtų bjaurus nemalonumas, tačiau su juo būtų įmanoma ne taip sunkiai susidoroti, skiriant pakankamai investicijų. Antru atveju reikėtų palikti pakrantės rajonus su ten esančiais įrenginiais bei kultūros paminklais, vietas, kur gyvena ir dirba nemaža žmonijos dalis.

Jei pajėgtume moksliškai įrodyti, kad tokia grėsmė tikėtina, tai pakeistų žaidimą tuo požiūriu, jog paskatintų siekti kompromisų, reikalingų tokiems sprendimams, kuriuos padaryti šiuo metu politiškai sunku.

Kaip tik ta galimybė, kad, ištirpus Grenlandijos ledui, jūros lygis pakiltų 7 m, paskatins imtis prasmingų veiksmų. Atrodo, Grenlandijos ledas jau tirpsta dar neregėtu greičiu, daug greičiau, nei numatė visos teorijos ir modeliai. Tačiau galima tvirtinti ir tvirtinama, jog tai tik trumpalaikė fliuktuacija, nes dideli ledo tūrio pokyčiai paprastai vyksta tik per tūkstančius metų.

Vis dėlto besikaupiantys ledo kernų tyrimo duomenys rodo: kaip tik šiuo metu vyksta toks spartus ledo tirpimas, kokio dar niekada nebuvo. Dar vienas

ar du tokio moksliškai dokumentuoto spartėjančio tirpimo dešimtmečiai iš tikrųjų privers padaryti išvadą, kad mūsų laukia liūdnas rezultatas – jūrų lygio pakilimas keliais metrais su atitinkamais padariniais uostų ir pajūrio miestų infrastruktūroms, o ką jau kalbėti apie kitas pažeidžiamas teritorijas, kad ir pakrančių pelkynus.

Deja, kuo ilgiau lauksime patikimesnių „įrodymų“, kad vyksta žaidimą keičiantis ledo tirpimas Grenlandijoje (arba Vakarų Antarktidoje, kurios ledui ištirpus, jūros lygis pakiltų dar 5 m), tuo didesnis bus pavojus, kad pražiopsosime tą kritinį tašką, kurį peržengus tirpimas taps nebesustabdomas, save varantis procesas. Toks žaidimą keičiantis įvykis priverstų dar neregėtu mastu trauktis tolyn nuo jūros, pakrantės civilizacijas paliekant ar jas atkuriant iš naujo, ir netenkant pakrantės pelkynų. Tai toks yra tas žaidimas su laboratorija Žeme, kurio pralaimėti negalime sau leisti.

# KLIMATAS PAKEIS VISKĄ

## WILLIAM CALVIN

VILJAMAS KALVINAS yra Vašingtono universiteto Medicinos fakulteto psichiatrijos ir elgesio mokslų profesorius emeritas ir knygos „Globalinė karštligė: kaip traktuoti klimato kaitą“ (*Global Fever: How to Treat Climate Change*) autorius.

Klimatas pakeis mūsų pasaulėžiūrą. Tai, kad visi kada nors mirsime, pasak Marčelo Gleizerio (*Marcelo Gleiser*), ir kartu teiginys, jog 2 + 2 = 4, yra vienas iš mažiausiai abejonių keliančių dalykų. Tačiau esame įpratę manyti, kad mūsų *civilizacija* yra amžina, nors visa mūsų istorija ir priešistorė rodo: visuomenės yra labai pažeidžiamos. Mažesnės jos dalys – bažnyčia ar korporacijos – irgi tikisi gyventi ilgiau už kitus, vos ne kas dieną pateikia galimybės žlugti priminimų. Klimato kaita tampa kasdieniniu priminimu, raginančiu ieškoti būdų savo atsparumui, gebėjimui po patirto smūgio kuo greičiau atsigauti, didinti.

Klimatas taip pat gali priversti pagalvoti, kad reikėtų gerokai keisti tai, kaip mokslą panaudoti svarbiems atradimams. Yra daug pavyzdžių, kad didelės organizacijos ir dideli projektai yra labai gremėzdiški. Nors manau, kad Tarpvyriausybinė klimato kaitos specialistų darbo grupė tikrai verta Nobelio premijos, reikia pripažinti – jai būdingas „tikrumo“ akcentavimas ir tai, kad tūkstančiams mokslininkų iš šimto šalių vienbalsiam sutarimui pasiekti reikia labai daug laiko, greičiausiai prisidėjo prie visuomenės suvokimo ir politinių veiksmų vėlavimo.

Klimatas pakeis tai, kaip darome mokslą. Kai kurios jo sritys taps panašesnės į mediciną, mokslą derinančia su intervencine veikla, ir kur atidėlioji-

mas spręsti ne iki galo aiškius dalykus dažnai yra nepriimtinas. Tik nedaugelis mokslininkų yra išmokyti galvoti tokiu būdu. Tai tikrai ne klimato specialistai, kurie yra priversti improvizuoti, įsikišimo galimybių langui siaurėjant. Klimatas kartais privers mus daryti pertraukas mokslo veikloje, panašiai kaip tai įvyko per Antrąjį pasaulinį karą, kai daugelis dėstytojų atidėjo į šalį pedagoginę veiklą ir savo tyrimus ir pastangas nukreipė į karo reikalus.

Dideli veikiantys skysčių dinamikos modeliai, kuriuos naudojame vandenynų ir atmosferos cirkuliacijai modeliuoti, pakeis žaidimą kitose dinamikos srityse – duomenų apdorojimo smegenyse ir sprendimų priėmimo. Tai turėtų būti ypač svarbu, nes jie yra įtraukti į ekonominius tyrimus. Dėl klimato problemų ekonomikos kis, o juk visai neseniai įsitikinome, kokios netvirtos jos yra.

Ne taip kaip 1997 m., kai valiutos problemas sukėlė El Ninjo intensyvumas ir su tuo susiję gaisrai Pietryčių Azijoje, naujausi įvykiai rodo, kad net kai valties nesiūbuoja išoriniai įvykiai, mūsų ekonomika iš dalies gali sužlugti ir dėl vidinio nestabilumo: tai tas pats, kaip bandyti šokti baidarėje. Daugelis žmonių pirmiausia pastebės klimato pokyčius kur nors kitur, kai apie juos skelbs ekonomikos žlugimas.

Tai, kad tokie vietiniai dalykai, kaip JAV būsto paskolų burbulas, galėjo sukelti visą pasaulį apėmusią recesiją, rodo, kiek daug dar turime nuveikti savo ekonomikos esminio modifikavimo srityje. Mūsų finansiniams srautams kylančių pavojų dėl klimato kaitos nustatymas ir priemonių jiems sumažinti pasirinkimas labai priklausys nuo gerų ekonomikos varomųjų jėgų modelių, nuo tyrimų, kaip vos per mėnesį padėtis gali smarkiai pablogėti. Tokiais modeliais galėsime išbandyti pretendentus į ekonominio kracho užkardas.

Na ir pagaliau klimato iššūkiai pakeis mūsų požiūrį į ateitį. Ilgalaikis mąstymas gali būti pavojingas, jei dėl jo nekreipsime dėmesio į artimiausios ateities pavojus. Šio šimtmečio viduriui sudarytas atmosferos taršos mažinimo planas bus bevertis, jei per kitą El Ninjo reiškinį sudegs drėgnieji Amazonės tropikų miškai.

# MOLEKULINĖ GAMYBA IR KLIMATO KAITA

## ERIC DREXLER

ERIKAS DREKSLERIS yra inžinierius ir nanotechnologijų specialistas ir knygos „Kūrimo varikliai: ateinantis nanotechnologijų amžius“ (*Engines of Creation: The Coming Era of Nanotechnology*) autorius.

Matau didelius pokyčius, kuriuos sukels dviejų mokslo faktų suvokimo plitimas. Vienas iš jų yra paprastas ir akivaizdus, o kitas sudėtingas ir apipintas įvairiais mitais. Jie abu labai svarbūs klimato kaitos problemai suprasti ir ieškoti būdų jai spręsti.

Bet pirmiausia štai paprastas mokslo faktas: anglis atmosferoje išlieka ilgą laiką.

Daugelis skaitytojų tai seniai žino, tačiau dauguma iš tų žinančių daro vieną paprastą klaidą. Apie anglį mano taip pat, kaip ir apie sierą: užteršimo ja lygis tai didėja, tai mažėja kartu su jos išmetimų mastu. Jei sieros išmetimą apribosime, tai užteršimo ja lygis nusistovės; išmetimą sumažinus perpus, tiek sumažės ir ši problema. Bet kai dėl anglies, tai yra kitaip: ji ore išlieka apie 100 metų Jei jos išmetimo mastą apribosime, sankaupa atmosferoje toliau didės; jei išmetimą sumažinsime perpus, jos kiekis ore ir toliau didės. Net radikalus išmetimo sumažinimas šios problemos nesumažins, sulėtės tik jos didėjimo greitis.

Negriežta Tarpvyriausybinės klimato kaitos specialistų darbo grupės formuluotė teigia: „tik iš esmės visiškai sustabdžius išmetimą, $CO_2$ sankaupą

atmosferoje galų gale įmanoma sustabdyti ties pastoviu (daug aukštesniu!) jos lygiu.“ Tokiam žygdarbiui atlikti reikėtų naujų technologijų, pakeisti šiandien esančią energijos generavimo, transporto ir gamybos infrastruktūrą. Atrodo, tai neįmanoma. Realiame pasaulyje Azijoje vyksta industrializacija, dauguma naujų elektrinių yra kūrenamos anglimis, ir anglies dioksido išmetimas spartėja, didindamas ir šios problemos didėjimo greitį.

Antras faktas (sudėtingas ir apipintas mitais) yra tas, kad ši iš pažiūros neišsprendžiama problema turi įmanomą ištaisyti priežastį: žmonių giminė daiktų gamybos srityje yra tikra nevykėlė, bet fizika sako, kad čia galime darbuotis kur kas geriau.

Tam reikės naujų gamybos metodų, tokių, kuriuose dirbama su molekuliniais statybiniais blokais iš medžiagos, sudarančios mūsų pasaulį. Iš principo (taip sako fizika grindžiama analizė) nanomastų dydžio gamyklines mašinas, veikiančias pagal gerai suprantamus principus, būtų galima panaudoti paprastiems cheminiams junginiams paversti aukščiausio lygio šiuolaikiniais gaminiais, tai darant greitai, švariai, nebrangiai ir su nedidelėmis išlaidomis energijai. Jei tos mašinos daiktus gamintų geriau už mus, tai galėtume gaminti jas, o su jomis galėtume gaminti tokius produktus, kurie pakeistų tą infrastruktūrą, kuri sukelia spartėjančią ir iš pažiūros neįveikiamą klimato kaitos problemą.

Kokius produktus? Grįžkime prie energijos generavimo, transporto ir gamybos. Įsivaizduokime kelius, padengtus saulės elementais (tvirta juodos spalvos plėvele), automobilius (grakščius, lengvus ir efektyvius), vartojančius atsinaujinantįjį kurą, ir automobilių gamyklas, telpančias garaže. Visa tai būtų galima pagaminti lengvai, dideliais kiekiais, jei tik sugebėtume geriau gaminti daiktus.

Molekulinių gamybinių pajėgumų plėtojimas pareikalaus įtempto, bet teikiančio pasitenkinimą darbo globaliniu mastu, mokslo žinias paverčiant inžinerine praktika gaminti įrankius, kuriais būtų galima gaminti dar geresnius įrankius. Fizikos peršamas tikslas yra gamyklinė technologija su mašinomis, kurios surenka didelius gaminius iš dalių, padarytų iš mažesnių dalių (šios pagamintos iš dar mažesnių dalių ir t. t.). Pačios mažiausios dalys būtų molekulės, o mažiausios mašinos būtų tik 100 kartų didesnės už jas.

Mokslinis pagrindas tokiai idėjai įgyvendinti tiesiog klesti, bet inžinerija išsijudina lėtai, ir tam yra ypatinga priežastis: mažų mašinų naudojimo daik-

tams gaminti idėją slegia gausūs mitai. Pažvelgus į grožinę literatūrą ir popkultūrą, susidaro įspūdis, kad visos mažosios mašinos yra iš deimanto pagaminti robotai, ir jie yra *pavojingai magiški* – sumanūs ir gebantys pagaminti beveik viską, tačiau kartu gebantys ir telktis į būrius, daugintis ir galbūt net suėsti viską, net mūsų kojines.

Realiame pasaulyje robotai naudojami iš tikrųjų, tačiau tai nejudrios mašinos, dirbančios surinkimo linijose, A detalę įstatančios į jai skirtą B vietą; tą operaciją jos kartoja ir kartoja. Tie robotai nieko neėda, nesidaugina, nestreikuoja, o mažinami jie netaps sumanesni.

Mitologijos esama ir moksle, tik čia ji blaivesnė. Tai ne tikėjimas išreklamuotais nanorobotais, o skepticizmas, sukeltas paplitusio neteisingo suvokimo, ar trintis ir šiluminis judėjimas nanolygmenyje nekliudys nanomašinų darbui, ir ar šiandien įmanoma laboratorijose imtis praktinių žingsnių tam išvengti. (Ir taip, ir ne.) Beje, atrodo, ta mitologija yra regioninio ir žmonių kartų pobūdžio: aš su ja nesusidūriau Japonijoje, Indijoje, Korėjoje ar Kinijoje, ji reta ir tarp jaunosios Jungtinių Valstijų mokslininkų kartos.

JAV nacionalinės akademijos išleido pranešimą apie molekulinę gamybą, kuriame raginama finansuoti eksperimentinius tyrimus. *Battelle* tyrimų ir plėtros organizacija kartu su keliomis JAV nacionalinėmis laboratorijomis nagrinėjo žengimo į priekį kelius ir parengė kelio žemėlapį, siūlantį tyrimo kryptis. Šis žinojimas plis ir pakeis visą žaidimą.

Turėčiau pridurti dar vieną faktą apie molekulinę gamybą ir klimato kaitos problemą: jei mokėtume gerai daryti daiktus, tai galėtume gaminti efektyvius prietaisus, gebančius surinkti atmosferoje esantį anglies dioksidą, jį suspausti ir sandėliuoti. Galėtume ir pagaminti saulės plokštes, kurios būtų užtektinai didelės generuoti pakankamai energijos, kad tai būtų galima daryti dideliu mastu.

Tokios saulės plokštės užimtų nemažą Teksaso valstijos dalį, ir bendras jų galingumas siektų 3 TW. Per 10 metų šie 3 TW pagamintų pakankamai elektros energijos visam pertekliniam anglies dioksido kiekiui, kurį žmonija išmetė į atmosferą nuo pramonės revoliucijos pradžios, pašalinti. Tai išspręstų anglies dioksido išmetimo problemą.

# KLIMATO ĮVALDYMAS

## STEWART BRAND

STIUARTAS BRANDAS yra „Visos Žemės katalogo“ (*The Whole Earth Catalog*) sudarytojas, vienas iš *The Well* virtualiosios bendruomenės ir *Global Business Network* kūrėjų, knygos „Ilgosios dabarties laikrodis: laikas ir atsakomybė: idėjos, slypinčios už lėčiausio pasaulyje kompiuterio“ (*The Clock of the Long Now: Time and Responsibility: The Ideas Behind the World's Slowest Computer*) autorius.

Norint įvaldyti klimatą, kaip kadaise įvaldėme ugnį, paskui genetiką (žemės ūkį), vėliau komunikavimą (muziką, raštą, matematiką, kartografiją, vaizdus, spausdinimą, radiją, kompiuterius), reikės tokios matematikos, kokios dar neturime, tokios fizikos ir biologijos, kokių dar neturime, ir tokios valdymo formos, kokios dar neturime.

Mūsų klimato modeliai, labai sudėtingi ir „raumeningi“ (jiems reikia daugiau teraflopų energijos negu bet kuriems kitiems skaičiavimams), vis dar tebėra tik pavieniai išsišokėliai orų prognozavimo modelių srityje. Reali klimato sistema turi daugiau lygių ir tarpusavyje hipersusietų nelinijiškumo būdų, negu kol kas pajėgiame suprasti ar paprašyti kompiuterių juos nukopijuoti, nes dar neturime tokio matematinio aparato, kuris pavaizduotų varomąsias klimato jėgas su reikiama įvairove, leidžiančia jas valdyti. Tokio matematinio aparato sukūrimas pakeis viską.

Apytikriais medžiagų specialisto ir inžinieriaus Solo Grifito (*Saul Griffith*) vertinimais, žmonija privalo turėti 13 TW galingumo šiltnamio dujų neišskiriančių elektros energijos gamybos pajėgumų, kad globalinį atšilimą pajėgtų sumažinti iki toleruotino jo padidėjimo 2 °C. (Šiuo metu mūsų civilizacijos

elektros energijos gaminimo pajėgumai siekia apie 16 TW, dauguma jų naudoja iškastinį kurą.)

S. Grifito skaičiavimais, dabartinių švarios energijos gamybos būdų (branduolinės, vėjo, geoterminės, biokuro ir saulės energijos) 13 TW galingumo pajėgumams išdėstyti reikėtų maždaug Australijos dydžio teritorijos. Tai įsivaizduoti įmanoma, bet įgyvendinti nerealu. Vien tik branduolinės ir saulės energijos inžinerinių sprendimų tobulinimas patenkinti mūsų poreikių nepajėgtų; tam reikia naujų mokslo sprendimų.

Tą patį galima pasakyti ir apie biokurą: dabartiniai genų inžinerijos gebėjimai yra per grubūs sukurti organizmams, kurie efektyviai sekvestruotų, izoliuotų anglį ir generuotų tinkamą naudoti energiją. Molekulinės biologijos mokslas turi eiti pirmyn šuoliais. Galingas taikomasis mokslas pakeis viską.

Klimato kaita yra globalinė problema, kurios neįmanoma išspręsti tokia globaline ekonomika, kokią turime dabar. Tam reikia globalinės valdymo sistemos, o jos dabar neturime. Reikia sukurti visiškai naujus tarptautinio diskurso, susitarimų ir įgyvendinimo būdus. Kaip reikia dalytis atsakomybę už daugybę klimato pabėgėlių? Kas nuspręs, kuriuos geoinžinerinius projektus reikia tęsti? Kas už juos mokės? Kas skirstys kompensacijas patyrusiems žalos? Ką daryti su mėgėjais gyventi kitų sąskaita?

Žmonės gebėjo ir anksčiau valdyti bendro naudojimo objektus – žūklės rajonus, irigacijos sistemas, priešgaisrinę apsaugą – tik dar niekada jiems neteko to daryti tokiais dideliais mastais. Globalinė valdymo sistema pakeis viską.

Žinoma, tie radikalūs pareguliavimai gali ir apskritai neįvykti arba neįvykti laiku. Tada klimatas keisis chaotiškai arba įgaus kitokią stabilią būseną, kuri sugebės išlaikyti tik nedidelę dabartinių Žemės gyventojų dalį, ir tai iš tikrųjų pakeis viską.

# BRANDUOLINIŲ GINKLŲ NAUDOJIMAS PRIEŠ CIVILIUS

## LAWRENCE KRAUSS

LORENSAS KRAUSAS yra Arizonos valstybinio universiteto fizikas ir knygos „Slėpimasis veidrodyje: alternatyvių tikrovių ieškojimas“ (*Hiding in the Mirror: The Quest for Alternate Realities*) autorius.

„Atominės energijos išlaisvinimas pakeitė viską, išskyrus mūsų mąstymo būdą.“ Taip pareiškė Albertas Einšteinas (*Albert Einstein*) prieš 65 metus, kai buvo subombarduoti Hirošima ir Nagasakis Antrojo pasaulinio karo pabaigoje. Būdamas priverstas rinktis kokį nors vieną keičiantį žaidimą veiksnį, aš nusisuksiu nuo tų viliojančių mokslo pasiekimų, kuriuos man, ko gero, būtų buvę malonu matyti, ir dėmesį nukreipsiu į vieną iš tų keičiančių žaidimą dalykų, kurio, kaip tikiuosi, niekada savo gyvenime neišvysiu, bet vis tiek manau, kad jis gali įvykti: tai branduolinio ginklo panaudojimas prieš civilius.

Net jei vienos šalies vyriausybė ar kokia nors teroristų grupė prieš kitos šalies gyventojus panaudotų tik nedidelę atominę bombą (pavyzdžiui, panašaus dydžio kaip tą, kuri sugriovė Hirošimą), taip pakeistų pirmojo pasaulio ekonomiką, politiką ir gyvenimo būdą, kad prieš tai nublanktų Rugsėjo 11-osios teroristinio akto padarinių poveikis.

Manau, galimas branduolinių ginklų panaudojimas išlieka vienu iš didžiausių šio šimtmečio pavojų. Tiesiog nuostabu, kad jau daugiau kaip 60 metų jie nenaudojami, bet laikrodis tebetiksi. Bijau, kad tas A. Einšteino perspėjimas ir šiandien ne mažiau aktualus kaip ir tada, ir mažai tikėtina, jog dar pusę šimtmečio išgyvensime, nepadarydami žalos sau – ar bent jau nesusidūrę su poreikiu turėti globalinę nusiginklavimo programą, gerokai pranokstančią dabartinę branduolinių ginklų neplatinimo ir strateginės ginkluotės apribojimo sutartis.

Praslinkus 40 metų nuo Garantuoto abipusio susinaikinimo galimybės atsiradimo, kai abi supervalstybės gyveno kaip du skorpionai viename stiklainyje, sulaikomos nuo agresyvių veiksmų suvokimo, jog net menkiausias kitos pusės branduolinės agresijos pabandymas neišvengiamai sukeltų jos sunaikinimą, aprimome. Per tą laiką, kai pasaulyje nebuvo panaudoti branduoliniai ginklai, subrendo dvi naujos kartos.

Branduolinių ginklų neplatinimo sutartis dideliu mastu buvo ignoruojama. Tai darė ne tik naujos branduolinės valstybės – Šiaurės Korėja, Indija, Pakistanas ar norintis tokia tapti Iranas. Jungtinės Valstijos ir Rusija abi kartu turi 26 000 iš 27 000 visame pasaulyje esančių branduolinių galvučių, nepaisant griežto Branduolinių ginklų neplatinimo sutarties reikalavimo toms šalims smarkiai apriboti savo arsenalus. Kiekviena iš tų šalių greičiausiai visiškoje kovinėje parengtyje laiko po kokį 1000 branduolinių galvučių, nors šiuo metu ir nėra jokios strateginės būtinybės taip elgtis.

Na ir pagaliau A. Einšteinui kėlė nerimą, kaip ne mažiau jį kelia ir mums šiandien tai, kad panaudoti branduolinius ginklus pirmiesiems nepateisinama nei moraliniu, nei strateginiu požiūriu. Nepaisant to, kai kas gali nustebti, sužinojęs, jog Jungtinės Valstijos neturi griežtai nustatytos draudžiančios tai daryti politikos. Tiesą sakant, 2002 m. jos savo Pozicijos branduolinių ginklų atžvilgiu apžvalgoje (*Nuclear Posture Review*) pareiškė: branduoliniai ginklai „duoda patikimų karinių galimybių atbaidyti daug įvairių grėsmių“, įskaitant ir „netikėtus karinius įvykius“.

Nors kasmet išleidžiame po 10 mlrd. dolerių turinčioms trūkumų balistinių raketų gynybos nuo nesamų grėsmių sistemoms išlaikyti, lėta nusiginklavimo pastangų pažanga reiškia, kad tūkstančiai branduolinio ginklo vienetų išlieka regionuose, kurie yra nestabilūs ir prieinami gerai organizuotoms ir ge-

rai finansuojamoms teroristų grupėms. Pinigų, išleistų tariamam apsigynimui nuo balistinių raketų, net mažos dalies nepanaudojome jūrų ir oro uostams aprūpinti įranga branduoliniams ginklams, kurie kontrabanda gali būti įvežti į šalį konteineriuose, aptikti.

Ar branduolinė ataka prieš civilius pakeis mąstymą? Tas sąmyšis, kuris gali kilti vadinamajame civilizuotame pasaulyje, nesvarbu, kur ta branduolinė konfrontacija kiltų, būtų daug kartų didesnis už bet ką, ką teko patirti nuo Antrojo pasaulinio karo pabaigos. Be to, kaip parodė neseniai atlikti skaičiavimai, net riboto dydžio branduolinis konfliktas (pavyzdžiui, tarp Indijos ir Pakistano) galėtų sukelti reikšmingų globalinių padarinių viso pasaulio klimatui ir augimo sezonui beveik 10 metų.

Nuoširdžiai tikiuosi: nesvarbu, kas paskatintų globalinį suvokimą, kad didelių branduolinių ginklų atsargų buvimas kelia pavojų visiems mūsų planetos gyventojams ir pakeistų dabartinę aklą įprastinę mąstyseną, kuria pagrįstas globalinis strateginis planavimas, tai nebus branduolinės tragedijos pasekmė. Tačiau fizika man įrodė: pasaulis yra toks, koks yra, nesvarbu – ar jis mums patinka, ar ne. Nuojauta man sako: jei ir toliau nepaisysime tikimybės, kad pranokstantis mūsų baisiausius sapnus žaidimą keičiantis veiksnys įvyks šiame šimtmetyje, tai tik paskatins tokią galimybę.

# SVARBIŲ PAVOJINGŲ BRANDUOLINIŲ ĮTAISŲ DISLOKAVIMAS

GERALD HOLTON

DŽERALDAS HOLTONAS yra Harvardo universiteto fizikos profesorius ir mokslo istorijos profesorius emeritas. Kartu su Piteriu Galisonu (*Peter L. Galison*) ir Silvanu Šveberiu (*Silvan S. Schweber*) jis yra ir knygos „Einšteinas XXI amžiui: jo palikimas moksle, mene ir šiuolaikinėje kultūroje“ (*Einstein for the 21st Century: His Legacy in Science, Art, and Modern Culture*) redaktorius.

Galima atsakyti vienu sakiniu: būtų pavojingas tyčinis priešiškas kokios nors valstybės, teroristinės grupės ar kitų individų svarbių branduolinių įtaisų dislokavimas.

# ATSITIKTINIS BRANDUOLINIS KARAS

## MAX TEGMARK

MAKSAS TEGMARKAS yra Masačusetso technologijos instituto fizikas ir kosmologas, Fundamentinių klausimų instituto (*Foundational Questions Institute*) mokslinis direktorius.

Serijinis žudikas laisvėje! Sprogdintojas mirtininkas! Saugokitės Vakarų Nilo viruso!

Dėmesį patraukiančios gąsdinančios antraštės tikrai geriau tinka baimei sukelti, tačiau didesnė tikimybė, kad gausime galą ne nuo to, o nuo senos ir nuobodžios ligos – vėžio. Nors šansai juo susirgti tik 1 % per metus, bet jei gyvensime gana ilgai, tai jis turi neblogų galimybių galų gale mus pribaigti. Kaip ir atsitiktinis branduolinis karas.

Per pastarąjį pusšimtį metų buvome pratinami prie branduolinio armagedono, pasaulio žūties. Nuolat kartojosi netikri pavojaus signalai, galėję sukelti visuotinį karą. Jų priežasčių būta įvairių – kompiuterių gedimas, elektros tiekimo sutrikimai, klaidinanti informacija, navigacinės klaidos, bombonešių sudužimas, dirbtinių palydovų sprogimai.

Išslaptinus dalį senų dokumentų, paaiškėjo, kad kai kurie iš tokių įvykių kėlė didesnį pavojų, nei manyta tuo metu. Pavyzdžiui, tik 2002 m. paaiškėjo, kad per 1962 m. Kubos krizę eskadrinis JAV mininininkas *Beale* paleido giluminę bombą į neatpažintą povandeninį laivą, kuris iš tikrųjų buvo sovietų, o jo karininkai susiginčijo, ar neatsakyti į tai branduoline torpeda.

Nepaisant to, kad Šaltasis karas pasibaigė, pastaraisiais metais branduolinio antpuolio pavojus gerokai padidėjo. Netikslios, bet labai galingos tarpžemyninės balistinės raketos palaikė Garantuoto abipusio susinaikinimo galimybės teikiamą stabilumą, nes net smogęs pirmasis negalėtų išvengti galingo atsakomojo smūgio.

Šį stabilumą sumažino tikslesnis raketų leidimas, trumpesnis jų skridimo laikas ir tikslesnis priešininko povandeninių laivų sekimas. Sėkmingai veikianti priešraketinė gynybos sistema šį stabilumo mažėjimo procesą galėjo visai užbaigti. Ir Rusija, ir Jungtinės Valstijos tebesilaiko „raketų paleidimo, gavus perspėjimą", strategijos, kuri reikalauja sprendimą paleisti raketą priimti per 5–15 minučių, kai visos informacijos dar gali nebūti.

1995 m. sausio 25 d. Rusijos prezidentą Borisą Jelciną (*Борис Ельцин*) skyrė vos kelios minutės nuo pilno masto branduolinio smūgio Jungtinėms Valstijoms paleidus neidentifikuotą mokslinę norvegų raketą. Susirūpinimą sukėlė ir nesenas JAV projektas dvidešimt keturių D5 tipo tarpžemyninių balistinių raketų, kurias gabena *Trident* povandeniniai laivai, branduolines galvutes pakeisti paprastomis, kurias būtų galima panaudoti prieš Iraną ar Šiaurės Korėją. Rusijos ankstyvojo perspėjimo sistemos jų nesugebėtų atskirti nuo branduolinių raketų, ir tai padidintų pavojingų nesusipratimų galimybes. Iš kitų keliančių nerimą scenarijų galima paminėti tyčinį nusikalstamą karo vadų elgesį dėl psichinio nestabilumo ir/ar kraštutinių politinių ar religinių pažiūrų.

Tačiau ko čia jaudintis? Juk jei atsitiktų kas nors panašaus, tai argi neįsikiš protingi žmonės ir nepadarys, ko reikia, kaip tai jau ne kartą darė praeityje?

Branduolinės šalys iš tikrųjų turi reikiamų sudėtingų kontrpriemonių, kaip kad mūsų kūnai turi priemonių kovoti su vėžiu. Mūsų kūnai pajėgia visai normaliai susidoroti su pavienėmis žalingomis mutacijomis, ir atrodo, kad reikia atsitiktinio bent keturių mutacijų sutapimo kokio nors organo vėžiui sukelti. Tačiau jei jos susitinka gana daug kartų, atsitinka tai, kas blogiausia. Stenlis Kubrikas (*Stanley Kubrick*) savo juodojoje branduolinėje komedijoje *Dr. Strangelove* tai parodo trigubo sutapimo pavyzdžiu.

Atsitiktinis branduolinis karas man dar tebesant gyvam gali įvykti, bet gali ir neįvykti. Tačiau jei įvyks, tai, be jokios abejonės, pakeis viską. Klimato pokyčiai, kuriuos dabar aptarinėjame, nublanks, palyginti su branduoline žiema, o dabartinė ekonominė sumaištis yra vieni niekai, palyginti su jos sukeltu

nederliumi, infrastruktūros žlugimu, masiniu badavimu. Išlikę gyvi telksis į išalkusias ginkluotas gaujas, sistemingai plėšiančias vienus namus po kitų. Ar tikiuosi visa tai dar išvysti savo akimis? Tokia tikimybę įvertinčiau apie 30 % – maždaug tiek, kiek ir galimybę susirgti vėžiu. Tačiau sumažinti šiam pavojui skiriame kur kas mažiau dėmesio ir išteklių, negu tikimybės susirgti vėžiu mažinimui.

# VISŲ KOMPIUTERIŲ IŠĖJIMAS IŠ RIKIUOTĖS

ANTON ZEILINGER

ANTONAS CEILINGERIS yra Vienos universiteto fizikos profesorius ir Austrijos mokslų akademijos Kvantinės optikos ir kvantinės informacijos instituto mokslinis direktorius.

Kada nors suges visi puslaidininkiai, kartu su jais ir visi kompiuteriai (išskyrus muziejines senienas), nes šiandien kompiuterių, neturinčių puslaidininkių, nebėra. Tą gedimą lems didžiulis elektromagnetinis impulsas, sukeltas branduolinio sprogimo už Žemės atmosferos ribų. Jis apims didelius, iki žemynų dydžio, Žemės plotus. Kada tai įvyks, atspėti neįmanoma. Bet tikrai atsitiks, nes labai mažai tikėtina, kad atsikratysime visų branduolinių ginklų, o tikimybė, jog tai įvyks, bet kuriuo metu niekada nebus lygi nuliui.

Tokio įvykio padariniai būtų milžiniški. Jei tai nutiktų kuriai nors iš mūsų technologijomis besiremiančių visuomenių, tai sugestų kone viskas. Staiga pamatytume, kad neveikia nė vienas iš mūsų telefonų. Nebūtų įmanoma internetu sužinoti, kas gi atsitiko. Automobilis neužsivestų, nes ir jis yra valdomas kompiuterinių mikroschemų. (Pasisektų, jei važinėtumėte antikvariniu automobiliu.) Vietinis prekybos centras negalėtų gauti naujų prekių. Nevažiuotų sunkvežimiai, traukiniai, nebūtų elektros, neveiktų vandentiekis. Visuomenė atsidurtų prie žlugimo slenksčio.

Būtų tik mažų išimčių tose šalyse, kur nuo tokio impulso karinė įranga apsaugota, ir dėl to armija galėtų teikti būtiniausią pagalbą. Kai kuriose šalyse nuo to apsaugota ir kai kuri civilinė avarinės paskirties infrastruktūra. Tačiau tai tik išimtys. Dauguma vyriausybių šio pavojaus tiesiog nepaiso.

# DIDĖJANTIS KONFLIKTO TARP SAUGUMO IR LAISVĖS SUVOKIMAS

DAN SPERBER

DANAS SPERBERIS yra socialinių ir kognityvinių mokslų specialistas, Nacionalinio mokslinių tyrimų centro Paryžiuje tyrimų direktorius ir knygos „Kultūros aiškinimas: natūralistinis būdas“ (*Explaining Culture: A Naturalistic Approach*) autorius.

Nuo Neolito revoliucijos laikų iki Informacijos amžiaus didžiausi žmonių gyvenimo sąlygų pokyčiai (savaime aišku, kad nė vienas iš jų nepakeitė *visko*) buvo naujų technologijų pasekmės. Ir šiuo metu mūsų laukia daugybė naujų technologijų, kurios įgalins žengti pirmyn greičiau ir radikaliau nei bet kada anksčiau ir tokiais būdais, kurių negalime kaip reikiant numatyti.

Norėčiau tiesiog lyriškai papasakoti apie kai kurias naujoves, bent jau tas, kurias įmanoma nors kiek pagrįsčiau prognozuoti, bet kiti tai padarys kompetentingiau už mane. Todėl geriau leiskite sutelkti dėmesį į skausmingai akivaizdžius dalykus, apie kuriuos esame labiau linkę net negalvoti.

Daugelis naujų technologijų gali sukurti naujų ginklų ar rasti naujų būdų panaudoti seniesiems. Prieiti prie tų technologijų kaskart vis lengviau. Gan patikimai reikėtų tikėtis, kad artimiausioje ateityje atominiai, cheminiai ir biologiniai masinio naikinimo ginklai bus naudojami įvairiuose konfliktuose. To lemiamas didžiausias pokytis bus ne tai, kad žus labai daug žmonių.

Ir lig šiol visuose tuose karuose bei gaivalinėse nelaimėse jau žuvo šimtai tūkstančių, ir tai turėjo neapsakomų padarinių to paveiktiems gyventojams. Deja, žudynės ir kitos kolektyvinės mirties atmainos buvo tiesiog sudedamoji žmonių gyvenimo dalis. Tačiau šį kartą daugelis aukų priklausys galingoms moderniosioms visuomenėms, kurios nuo Antrojo pasaulinio karo to nepatyrė. Tų visuomenių žmonės nei daugiau, nei mažiau už įprastines didelio smurto skurdžias ir silpnas aukas turi teisę gyventi visai padoriai ir teisę kovoti dėl to.

Esminių permainų gali atnešti tik tai, kad jų pozicijos ta teise naudotis, o gal net piktnaudžiauti, bus daug stipresnės. Neseniai vykusių didelio masto kruvinų antpuolių padariniai buvo tokie, kad teko susitaikyti su mažesniais vykdomosios valdžios apribojimais, apriboti pilietines teises, imtis prevencinių karo veiksmų, įtarinėti etniniu atžvilgiu įtartinus žmones.

Ateityje žmonės, kuriems teks iš arti matyti dar daugiau tokių bjaurių įvykių, gali palaikyti net ir dar žiauresnes priemones. Aš jau nekalbu apie būsimų baimių racionalumą ar tai, kokiu mastu jos gali būti šališkos ar kokiu mastu jomis gali būti manipuliuojama. Aš tik darau prielaidą, kad dėl gerų ar blogų priežasčių jos prisidės prie asmens laisvių ir šalių nepriklausomybės apribojimų.

Reikia tikėtis, kad (iš dalies dėl naujų technologijų nulemtų pokyčių) išsirutulios naujos socialinio ir politinio tarpusavio supratimo formos, padėsiančios imtis svarbiausių problemų, kurios priešingu atveju galėtų sukelti dar pavojingesnių konfliktų. Tačiau kai vis daugiau galingų technologijų vis lengviau ir lengviau prieinamos, yra pagrindo manyti, kad žmonės tampa atitinkamai išmintingesni ir labiau gerbia vieni kitų teises.

Įvyks tiesioginis susidūrimas (bent taip mano dauguma) žmonių saugumo ir jų laisvės, ir netgi kitų žmonių saugumo ir jų laisvės. Didelę šio šimtmečio istorijos (mūsų pačių, mūsų vaikų ir anūkų istorijos) dalį sudarys tie būdai, kuriais tas susidūrimas vyks ir bus įveiktas.

# RACIONALUMO IR TVARUMO PRIĖMIMAS

## PATRICK BATESON

PATRIKAS BEITSONAS yra Kembridžo universiteto profesorius emeritas ir knygos „Gyvenimo konstravimas: kaip biologija ir psichologija formuoja žmogaus elgesį“ (*Design for a Life: How Biology and Psychology Shape Human Behavior*) autorius.

„Atominės energijos išlaisvinimas pakeitė viską, išskyrus mūsų mąstymo būdą.“ Taip pasakė Albertas Einšteinas (*Albert Einstein*). Ar jis numatė, ar nenumatė visišką mūsų pasaulio sugriuvimą, ši jo mintis paskatino atsirasti sąmojį (tegu ir nevykusį), kad žmonės niekada negalės užmegzti ryšio su kitų visatos dalių civilizacijomis. Mat tos civilizacijos dar ne tokios pažangios, kad pajėgtų suprasti mūsų signalus, arba jos jau spėjo išsivystyti labiau už mus, pasigaminti branduolinius ginklus ir sunaikinti vienos kitas. Tad yra tik baisiai maža tikimybė, kad jų labai trumpas laiko tarpas nuo technologinės kompetencijos įgijimo iki nugrimzdimo į nebūtį sutaptų su mūsų egzistavimo laikotarpiu.

Niekada nesupratau atbaidymo politikos, pateisinančios lenktyniavimą branduolinių ginklų srityje. Tokio požiūrio veiksmingumas visiškai priklauso nuo žmonių racionalumo. Sakykim, turinčią branduolinių ginklų šalį valdo žmonės, kurių rūpinimasis savo saugumu ar kitų gerove pajungtas jų religiniams ar ideologiniams įsitikinimams. Tada visa atbaidymo doktrina subyrės kaip kortų namelis.

Paprastai save laikau optimistu, manau, kad rytoj bus geriau negu šiandien. Šį naivų tikėjimą kiek pagraužė artėjanti senatvė ir gausėjantys tikrovės faktai, perspėjantys apie ateityje laukiančias bėdas. Net jei raudona pykčio ir beprotybės migla ir nelems visiškos mūsų gyvenimo būdo griūties, civilizacijos išlikimo prognozės nėra geros.

Kad ir kiek tikėtume techninių priemonių gebėjimu išspręsti mažėjančių išteklių problemas, mūsų planeta greičiausiai bus perpildyta joje gyvenančių žmonių ir paiko įsivaizdavimo, kad visiems prieinamas ekonominis augimas yra vienintelis kelias į gerovę.

Nevaldomas godumas pažangiame pasaulyje patyrė didelę nesėkmę per pastarąją kreditų krizę, bet kaip įtikinti turtingus žmones pažeminti savo gyvenimo lygį? Kuri bet kokio plauko vyriausybė rizikuos savo ateitimi, įgyvendindama nepopuliarias, bet jau iš tikrųjų reikalingas priemones? Šioje srityje prognozės gal ir ne tokios jau blogos, nes krizės visada atneša permainų.

Jomo Kipuro karas (*Yom Kippur War*) 1973 m. labai sumažino naftos tiekimą. Jungtinėje Karalystėje kaipmat buvo įvestas benzino normavimas, visi buvo raginami kurą taupyti ir nevažinėti didesniu kaip 50 mylių [80 km] per valandą greičiu. Žinoma, tie apribojimai išnyko, kai tik nafta pradėjo tekėti vėl, tačiau ši patirtis parodė, kad žmonės nesiskųsdami keičia elgseną, kai iš jų reikalaujama tai daryti, ir kai jie supranta, kodėl reikia.

Gyventojų skaičiaus didėjimas turėtų būti viena iš didžiausių grėsmių geriamojo vandens ir maisto tvarumui. Ir šioje srityje prognozės neturėtų būti visiškai blogos, jei į ateitį žvelgsime su toliaregiška išmintimi. Jei visų pasaulio šalių vidutinio šeimos dydžio bendrojo vidaus produkto reikšmes atidėsime grafike, tai koreliacija bus vos ne tobulai neigiama. (Ryškūs nukrypimai – turtingos šalys, turinčios dideles šeimas – bus beveik išimtinai susijusios su tomis vietomis, kur su moterimis elgiamasi blogai.)

Tai kelia mintį: jei norime mažinti gyventojų skaičiaus augimą, iš visų jėgų turime stengtis didinti skurdžiausių pasaulio šalių bendrąjį vidaus produktą. Tai pavyzdys, kaip ekonominis kai kurių šalių augimas ir bendra nauda visam pasauliui gali žengti koja kojon, tačiau turtingosios šalys už tai turės sumokėti tam tikrą kainą.

Kita, tamsesnė, mintis yra tokia, kad gyventojų skaičių pasaulyje gali apriboti jų pačių kvailumas ir godumas. Taip sakydamas dabar galvoju ne apie

karinius konfliktus, o apie tai, kad į aplinką nestabdomai pilamos organizmo endokrininę veiklą trikdančios medžiagos. Daugybei dirbtinių produktų, skatinančių moteriškųjų hormonų veiklą, patenkant į aplinką, vyrai staiga gali sumoteriškėti tiek, kad reprodukcija taps neįmanoma. Kai kurie tuo tiesiog mėgausis: tai juk bus kuo puikiausias Tomo Roberto Maltuso (*Thomas Robert Malthus*) nenumatytas grįžtamojo ryšio mechanizmas, nustatysiantis gyventojų skaičiaus didėjimo ribą.

Tvarumui palaikyti reikia perduoti kitai kartai tuos išteklius (ar jų ekvivalentą), kuriuos gavome iš savo pirmtakų. Turint galvoje tai, kaip galvojame, tai gali būti tik nepasiekiama svajonė.

# TERMOBRANDUOLINĖS SINTEZĖS LŪKESČIAI

## ROGER HIGHFIELD

RODŽERIS HAIFYLDAS yra žurnalo *New Scientist* redaktorius ir su Janu Vilmutu (*Ian Wilmut*) knygos „Po Dolės: klonavimo perspektyvos ir pavojai" (*After Dolly: The Promise and Perils of Cloning*) autorius.

Na, ši idėja padarys galą energijos krizei ir iš karto apribos klimato kaitą. Neabejoju tuo, ką sakau, nes daugiau kaip pusšimtį metų tą vis kartojo ir kartojo daugybė protingų žmonių. Nuo pat tų svaiginančių, kupinų optimizmo dienų, kai mokslininkams pirmą kartą kilo mintis valdyti Saulės energiją, termobranduolinės sintezės energija taip ir išliko kankinamai nepasiekiama.

Termobranduolinės sintezės jėgainei pastatyti prireiks 20–50 metų. O juk kaip tik tai mokslininkai žibančiomis akimis žadėjo dar pačiame Šaltojo karo įkarštyje. Šiuolaikiniai jų ekvivalentai tai tebesako ir dabar. Ir aš ketinu pasakyti dar kartą, nes tai iš tikrųjų galėtų daug ką pakeisti (ir pakeis).

Termobranduolinė sintezė gali tapti tuo energijos šaltiniu, kuris žmonijai padarys poveikį, didesnį už pirmojo žmogaus išsilaipinimą Mėnulyje. Šito priežastis ta, kaip kad mėgdavo formuluoti vienas ankstesnės Jungtinės Karalystės vyriausybės vyriausiasis patarėjas mokslo klausimais, kad iš ličio, esančio nešiojamojo kompiuterio baterijoje, ir deuterio, esančio vonioje vandens, galima išgauti tiek energijos, kad turėtų pakakti vienam žmogui aprūpinti 30

metų. Ir apskritai, termobranduolinės sintezės reaktoriuose būtų mažiau problemų dėl radioaktyviųjų atliekų, negu radioaktyviojo skilimo reaktoriuose.

Skeptikai jau seniai šaiposi, kad termobranduolinės sintezės šalininkai yra atitrūkę nuo tikrovės. Yra senas sąmojis, kad termobranduolinė sintezė yra ateities energijos šaltinis, toks jis ir liks. Tačiau toks apsirūpinimo energija būdas turėtų pavykti, turint galvoje Kioto protokolo nesėkmę.

Yra svarių priežasčių neprarasti vilties. Kadaraše, Prancūzijoje, statomas tarptautinis termobranduolinis eksperimentinis reaktorius *ITER* (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). (Lotynų kalbos žodis *iter* reiškia kelią; cinikai sako, kad gali reikšti ir kelionę, velniškai ilgą.) Šis projektas bus didelis žingsnis pirmyn, kuriant termobranduolinės sintezės būdą. Bandomi ir kiti solidūs būdai, ypač naudojant galingus lazerius termobranduolinės sintezės procesui inicijuoti.

Žalieji sakys, kad tuos pinigus būtų geriau išleisti atsinaujinantiesiems energijos šaltiniams, tačiau jei šis nemadingas žaidimas pavyks, laimės visa planeta. Nesunku įsivaizduoti, kokios rietenos kils dėl patentų, kai inžinieriai pagaliau sugalvos, kaip šį būdą padaryti ekonomišką. Tik pagalvokite apie didžiules pasekmes energijos tyrimams ir besivystančio pasaulio skurdui mažinti bei klimato kaitai stabdyti. Mes jau rengiamės pagaliau pasivyti besitraukiantį termobranduolinės sintezės lūkesčių horizontą.

# ŽALIOJI NAFTA

## ALUN ANDERSON

ALUNAS ANDERSONAS yra žurnalo *New Scientist* vyresnysis konsultantas ir buvęs redaktorius bei leidybos direktorius.

Žalioji nafta yra naujovė, iš esmės pakeisianti visą pasaulį. Ji pasirodys per porą ateinančių dešimtmečių. Naftą, siurbiamą iš žemės gelmių ir deginamą, pakeis auginama nafta.

Iš grūdų gaminami biodegalai yra mūsų pirmasis mėginimas auginti žaliąją naftą, tik jau aišku, kad jis nesėkmingas. Dabartiniams biodegalams auginti reikia per daug žemės, per daug energijos suvartoja tos augalo dalys, kurias sunku paversti degalais. Problemos sprendimo reikia ieškoti paprastuose genų inžinerijos būdu sukurtuose organizmuose, kurie cisternose, pastatytose bet kurioje saulėtoje vietoje, gali sugerti saulės energiją ir čia pat ją versti į degalų pirmtakus (geriausia tokius, kuriuos būtų galima tiesiai gabenti į esamas naftos perdirbimo gamyklas).

Tokios naujovės poveikis būtų tiesiog stulbinantis. Pasaulio energijos balansas visiškai pasikeistų. Naftą eksportuojančios diktatūrinės šalys, kuriose nesibaigiantis naftos pinigų srautas leidžia išvengti jų gyventojų neramumų, jau nebegalės tikėtis, kad ateityje naftos kaina kils iki 50, 100, 150 dolerių už barelį ar dar daugiau, nes jos pasiūla didės. Energija iš išteklių savininkų rankų ir vėl pereis daugiausia į inovuotojų rankas.

Užterštos naftos paieškos atokiose ar jautriose pasaulio dalyse (pavyzdžiui, Arktikoje ar bituminguose Albertos smėliuose) neteks ekonominės prasmės, o aplinka nuo to tik laimės. Benzino deginimas automobiliuose jau mažai te-

didins atmosferoje susikaupusio anglies dioksido kiekį, nes auginami degalai sugeria beveik tiek pat anglies dioksido, kiek degdami išskiria.

Esami transporto aprūpinimo degalais tinklai (pavyzdžiui, šimtai tūkstančių degalinių Jungtinėse Valstijose) netaps nebereikalingi (kaip kad būtų pereinant prie elektrinių automobilių). Tai palengvintų planų mažinti anglies dioksido išmetimo įgyvendinimą.

Iš ko bus išgaunama žalioji nafta – iš dumblių, bakterijų, archėjų ar dar iš ko nors? Nežinau. Nafta yra gamtinis produktas, susidarantis persitvarkant augalinei medžiagai, gebančiai sugauti saulės šviesą. Kadangi toks persitvarkymas gamtoje vyksta iš tikrųjų, tai jį galime kopijuoti – nebūtinai tiesiogiai, bet pasiekdami panašų rezultatą. Jokios mistikos čia nėra.

Viso pasaulio mokslininkai supranta, kuo tai kvepia, ir pradedančios tokią veiklą kompanijos susilaukia šimtų milijonų dolerių dydžio investicijų. Toms investicijoms būdingi subtilūs dalykai. Nepaisant pakilimų ir nuosmukių, ateityje naftos kainos išlaikys kilimo tendenciją. Vadinasi, gamtinės naftos pakeitimo dirbtine nauda didėja, o su tuo susiję iššūkiai mažėja. Pakeisti 20 dolerių už barelį tekainuojančią naftą būtų sunku, o pakeisti kainuojančią 100 dolerių – daug lengviau.

Yra senas posakis: akmens amžius baigėsi ne dėl to, kad baigėsi akmens ištekliai. Tik kažkas pasiūlė geresnę idėją. Tokia geresnė idėja šiuo metu kaip tik ir ateina.

# MĖGINIMAI UŽSIIMTI GEOINŽINERIJA

## OLIVER MORTON

OLIVERIS MORTONAS yra *Nature* žurnalo naujienų ir apžvalginių straipsnių vyriausiasis redaktorius ir knygos „Saulės valgymas: kaip augalai tiekia energiją mūsų planetai“ (*Eating the Sun: How Plants Power the Planet*) autorius.

Visai tikėtina, kad kažkuriuo metu pamatysime, kaip žmonės sąmoningai pradeda keisti klimato sistemos veikimo būdą. Tai darydami, pakeis mūsų pasaulį, nors nebūtinai (ir ne tik) taip, kaip ketino.

Naudoti geoinžinerines technologijas prieš kai kuriuos antropogeninius klimato pokyčius (ilgaamžių aerozolių išmetimą į stratosferą, sekant ugnikalnių pavyzdžiu, arba debesų egzistavimo trukmės bei jų savybių atspindėti šviesą keitimą) šiuo metu vengia dauguma klimatologų daugiausia dėl su tuo susijusių moralinio pobūdžio pavojų. Visi supranta, kad su tokių technologijų naudojimu susiję globalinio atšilimo pavojai susilpnina anglies dioksido išmetimo masto mažinimo šalininkų pozicijas.

Tikiuosi, kad tas jų nenoras per kelis ateinančius metus smarkiai sumažės, ir ne tik dėl to, kad, žlugus *Lehman Brothers* bankui, idėja, jog moralinio pobūdžio pavojų reikia vengti bet kokia kaina, patyrė stiprių smūgių. Kai žmonės supranta, kaip mažai iš tikrųjų kol kas pasiekta išmetimo mažinimo srityje, tik labai nedaugelis iš jų ryžtasi imtis šios veiklos. Kai kurie iš jų turės skirti tam pinigų, o turint pinigų ir dalyvaujant didesniam tyrėjų skaičiui,

mokslo ir inžinerijos bazė, reikalinga rimtam įvairių geoinžinerinių schemų įvertinimui, gali būti kuriama gan greitai.

Kodėl aš manau, kad tie mėginimai pakeis pasaulį? Juk geoinžinerija galų gale nėra panacėja. Ji negali tiksliai panaikinti visų šiltnamio efektą sukeliančių dujų padarinių ir greičiausiai gali smogti nokautuojantį smūgį hidrologiniam ciklui; to irgi nesinorėtų. Net jei privalumų būtų daugiau nei trūkumų, ir geriausiu atveju mažai tikėtina sulaukti geresnio rezultato negu artėjančių nemalonumų atidėjimas, iki tol pajėgiant sulaikyti tik pernelyg didelius temperatūrų svyravimus.

Ir toliau tebereikės mažinti anglies dioksido išmetimą iš dalies dėl vandenynų rūgštėjimo, o iš dalies ir dėl to, kad klimatas su mažesniais anglies dioksido kiekiais yra daug geresnis už tą, kuris jau daug šimtmečių stovi prie pražūties slenksčio ir kai visą laiką reikia daryti kažką, norint nenuslysti į šiltnamio aplinkos pragarą.

Taigi geoinžinerija klimato kaitos problemos neišspręs. Ji netaps ir beprecedenčiu žmogaus įsikišimu į Žemės sistemą. Tai bus didelis darbas, tik absoliučiais mastais vargu ar didesnis už jau ankstesnį natūralių ekosistemų pakeitimą žemės ūkio sistemomis, azoto ciklo įvaldymą, tą sumaištį, kurią sukėlėme jūrų mitybos tinkluose, ar pagaliau to paties šiltnamio efekto mastų didinimą.

Aš manau, ši technologija svarbesnė ne dėl to masto, kuriuo ji pakeis pasaulį, o dėl to, kad ji tai darys sąmoningai. Gyventi pasaulyje, kuriame permainos vykdomos tikslingai ir visos planetos mastu, mano nuomone, bus visai ne tas pats, kaip gyventi atsitiktinumų sujauktame pasaulyje. Jei tik geoinžinerija nepatirs katastrofiškos nesėkmės (tai irgi būtų gan skaudus pokytis), tai žmonių santykiai su savo aplinka labai pasikeis.

Riba, skirianti natūralius dalykus nuo dirbtinių, yra dirbtinė, laikui bėgant ji kinta. Tačiau šis kitimas, nors ir kitokio masto, ir nebūtinai sugrįžtamas, gali pribaigti idėją apie natūralius dalykus kaip apie vietą ar būseną, į kurią bet kada įmanoma sugrįžti. Tai būtų ne „gamtos pabaiga“, o tik požiūrio į gamtą, kaip į labai galingą ir be kurios jaustumės kažko netekę, žlugimą. Debesys, vidurdienio dangaus spalvos ir besileidžianti saulė atrodytų kitaip, jei juos tam tikru mastu būtų galima pasirinkti.

Ir galimybė rinktis jau pati savaime yra dar vienas to didelio pokyčio aspektas: kas renkasi, kaip tai daro? Visi klimato pokyčiai, tyčiniai ir netyčiniai,

skirtingiems regionams turi nevienodų padarinių, ir geoinžinerija daugeliu požiūrių yra tik dar viena klimato kaitos forma. Todėl kai kuriems ji gali dar labiau pabloginti esamą padėtį. Jei taip atsitiktų, ar tai laikyti kariniu veiksmu? O gal ekonomine skriauda, už kurią ją patyrusieji reikalaus reparacijų? Ar tik vienu iš tų dalykų, kuriuos stipresni daro silpnesniems?

Geoinžinerinių būdų kritikai yra teisūs, pabrėždami šią valdymo problemą. Jie yra linkę klysti tik ignoruodami faktą, kad klimato valdymo problemą jau turime: dabar esantys mechanizmai „pavojingiems klimato pokyčiams išvengti", Jungtinių Tautų Pagrindinio susitarimo klimato kaitos klausimu (*United Nations' Framework Convention on Climate Change*) žodžiais tariant, kol kas dar nedavė nieko gero.

Sistema, sukurta turint galvoje geoinžineriją, turėtų būti tokia, kuri šalis įpareigotų atsakyti už savo veiksmus naujais būdais, ir kuri galėtų sustiprinti bei pagerinti ir išmetimo mažinimo būdus. Tačiau visada išliks svarbi asimetrija: norint paveikti išmetimą, reikia, kad daug didžiųjų ekonomikų veiktų išvien. Geoinžinerija negali būti vienašališka. Vidutinio dydžio šalis viena ja užsiimti negali.

Šiuo požiūriu, kaip ir kitais aspektais, geoinžinerinės problemos keistai panašios į branduolines problemas. Ir čia technologinė pavienės šalies pozicija gali turėti globalių pasekmių. Ir čia technologija gamtines ribas išplėtė tokiais būdais, kurie gali sukelti vidinį pasipriešinimą. Kalbama apie transcendenciją, ir juntamas polinkis į išdidumą, pasipūtimą, kurį reikia tramdyti. Čia technologija atnešė svajones apie naujas valdymo formas.

Galvoje turėdami Triničio, Hirošimos ir Nagasakio branduolinius sprogdinimus, daugelis kokio nors pavidalo pasaulinę vyriausybę laiko moraliniu imperatyvu, istorine būtinybe ar net vienu ir kitu. Paaiškėjo, kad to nebus, o branduolinių ginklų ir branduolinių ambicijų kontrolė taip ir liko *ad hoc* dalykais – susitarimų, bauginimų, įkalbinėjimų, retkarčiais ir tiesioginių veiksmų kratiniu. Daugeliu atžvilgiu tai netenkina, nors kol kas tai dar nėra visiška nesėkmė. Net ir naudojant geoinžineriją pasaulis gali būti valdomas tokiu fragmentiniu būdu, ir tai sukeltų destabilizavimo ar net katastrofos pavojų.

Pasauliui būdingas inertiškumas ir sudėtingumas. Jis kinta, ir jį įmanoma keisti – ne visada greitai, nebūtinai tik valdomu būdu, ir ne visą iš karto. Tačiau į tuos apribojimus geoinžinerija atneš pokyčių, ir tai darys tikslingai. Na, o apgalvoti žmonių santykio su visa planeta pokyčiai gali tapti pačiu didžiausiu pokyčiu.

# KODĖL BĖGIMO BATELIAI BIOLOGIŠKAI NESUYRA?

## DANIEL GOLEMAN

DANIELIS GOULMANAS yra psichologas ir knygos „Ekologinis intelektas: kaip to, ką perkame, paslėptų aspektų žinojimas gali pakeisti viską“ (*Ecological Intelligence: How Knowing the Hidden Impacts of What We Buy Can Change Everything*) autorius.

Kiekvienas dirbtinis daiktas, taigi visi daiktai mūsų namuose ir darbovietėse, turi savo nematomas istorijas, daugybę nemalonių poveikių kelyje nuo gamyklos iki vartotojo ir pagaliau iki sąvartyno. Paimkime kad ir bėgimo batelius.

Nepaisant pagražinimų, kad tos markės bėgimo bateliai atrodytų patrauklesni už kitus, iš esmės jie visi susideda iš trijų dalių. Batelių viršus yra iš nailono su dekoratyviniais plastiko ar sintetinės odos gabalėliais; „guminė“ padų apačia dažniausiai būna iš sintetinės medžiagos, pagamintos iš naftos; iš jos ir akyta vidurinė pado dalis (iš etileno vinilacetato).

Kaip ir visada ką nors gaminant iš sintetinių medžiagų, taip ir gaminant batukų padus atsiranda šalutinių medžiagų, tarp jų ir benzeno, tolueno, etilo benzeno ir ksileno. Aplinkosaugininkai jas vadina nuodingomis Didžiojo ketverto medžiagomis. Jos yra kancerogeninės, trikdo centrinės nervų sistemos veiklą, dirgina kvėpavimo takus, turi daug kitų biologinio pobūdžio trūkumų.

Elastingose oro kišenėse, esančiose kai kurių bėgimo batelių paduose, yra atmosferos ozono sluoksnį ardančių dujų. Dekoratyviniuose plastiko apva-

duose yra polivinilchlorido, keliančio pavojų juos gaminančių žmonių sveikatai ir teršiančio ekosistemas aplink sąvartynus, kur galų gale patenka tie bateliai. Klijuose, apatinę pado dalį sujungiančiuose su vidurine jo dalimi, yra tirpiklių, galinčių pažeisti juos naudojančių darbininkų plaučius. Raugindami odas batų viršui, darbininkai gali patirti šešiavalenčio chromo junginių ir kitų kancerogenų poveikį.

Prisimenu, man dar tebesimokant vidurinėje mokykloje, chemijos mokytojas labai užsidegęs kalbėdavo apie cheminę reakciją, kai amoniakas tampa azotine trąša (jis papildomai uždarbiavo vietinėje trąšų gamykloje). Tačiau niekada negirdėjome iš jo nė žodžio apie eutrofizaciją, augalų ir gyvūnų žuvimą vandenyse dėl į juos atnešamų trąšų; tada suklesti dumbliai ir suvartoja visą vandenyje esantį deguonį.

Panašiai ir anglimi kūrenamos elektrinės iš pradžių buvo laikomos nuostabiu dalyku, nes leido pigiai gaminti energiją iš, galima sakyti, neišsenkamo šaltinio. Kas galėjo tada žinoti apie kvėpavimo takų ligas, sukeliamas elektrinių išmetamų kietųjų dalelių, o ką jau kalbėti apie visuotinį atšilimą?

Neigiamų poveikių aplinkai ar sveikatai tų, kas gamina ar vartoja bet kokį produktą, išsamiame sąraše būtų šimtai panašių detalių. To priežastis paprasta: beveik visi dabar visuotinai taikomi gamybos metodai ir pramonėje vartojamos cheminės medžiagos buvo išrasti dar tais laikais, kai neigiamam jų poveikiui mūsų planetai ir jos gyventojams buvo skiriama mažai dėmesio.

Savo pramoninį paveldą perėmėme iš XX a., bet jis jau nebeatitinka XXI a. poreikių. Atsikratydami savo naivaus tokių paslėptų išlaidų nežinojimo, artėjame prie posūkio, kuriame galėsime suabejoti paslėptomis prielaidomis. Galime užduoti, pavyzdžiui, tokį klausimą: „O kodėl negaminti tokių bėgimo batelių, kuriuose ne tik kad nebūtų toksinių medžiagų, bet ir kuriuos būtų galima išmesti į komposto krūvą, kad jie ten suirtų biologiškai?“ Galime pergalvoti viską, ką tik darome ir kurti alternatyvius ingredientus bei procesus, kurie turėtų daug mažesnį (geriausiu atveju – ir nulinį) neigiamą poveikį sveikatai ar aplinkai.

Ta ypatinga jėga, kuri galėtų lemti visų žmonių gaminamų daiktų pertvarkymą į gerąją pusę, yra ne vyriausybės įsakai ir ne įprastinės aplinkosauginінkų taktikos, o radikalus rinkos skaidrumas. Jei mes, pirkėjai, pirkdami galėtume žinoti to, ką perkame, ekologinius padarinius ir juos galėtume pa-

lyginti su konkuruojančių gaminių padariniais, mūsų pasirinkimas būtų geresnis.

Tokiam radikaliam skaidrumui reikalingų priemonių jau yra. Programinės įrangos naujovės jau leidžia bet kuriam iš mūsų naudotis plačia duomenų baze, rodančia paslėptas žalas bet kurio dalyko, kurį norime pirkti, ir tai daryti kaip tik ten, kur svarbiausia – pirkimo vietoje. Stovėdami prekybos salėje, jau galime žinoti, kurios markės gaminys keliančių nerimą cheminių medžiagų turi mažiau už kitus, arba, kurį iš jų gaminant, į atmosferą išsiskiria mažiau anglies dioksido.

Bandomojoje tokios programos atmainoje pakanka paspausti mobiliojo telefono kameros mygtuką ties brūkšniniu dominančio gaminio kodu ir iš karto gauti duomenis, kaip tos markės gaminys atrodo, palyginti su konkurentų gaminiais, pagal bet kurį iš šimtų aplinkosauginio, sveikatos ar socialinio pobūdžio padarinių. Planuojamoje patobulintoje programinėje įrangoje toks palyginimas bus daromas automatiškai viskam, ką pirksime pagal kredito kortelę, o kai išsirengsime apsipirkti kitą kartą, tai elektroniniu paštu gausime siūlymų, kaip tai padaryti geriau.

Tokia užtikrinanti skaidrumą programinė įranga apsipirkimą paverčia balsavimu, leidžia nukreipti dėmesį į tuos gamybos procesus ir gaminių ingredientus, kurių norime išvengti, ir atsilygina už geresnių alternatyvų pasirinkimą. Kai daugelis mūsų pradės laikytis tų taisyklių, rinkos dalis pasikeis, kompanijos gaus įtikinamų tiesioginių duomenų, ko pirkėjai nori ir ko stengiasi išvengti.

Kūrimas tokių rinkos jėgų, kurios nepaliaujamai daro įtaką visoje tiekimo grandinėje vykstančiam tobulinimui, ateinančiais dešimtmečiais gali atskleisti didžiules verslo galimybes. Privalome iš naujo išrasti pramonę, pradėdami nuo pačių pagrindų – pramoninės chemijos ir gamybos projektavimo. Tai pakeis viską.

# PERĖJIMAS NUO ENERGIJOS GAVYBOS PRIE JOS GAMYBOS

## ANDRIAN KREYE

ANDRIANAS KREJĖ yra dienraščio *Süddeutsche Zeitung*, leidžiamo Miunchene, Humanitarinių mokslų ir idėjų skyriaus redaktorius.

Tas perėjimas turėtų būti lengvas. Užuot galvojus apie energiją kaip apie produktą, kurį reikia išgauti, bus sukurti nauji energijos šaltiniai. Viduramžiais prasidėjusi gyvybės jėgos, vadinamos energija, paieška baigsis, kartu su ja išnyks ir tie balti riteriai ant žirgų, nukariaujantys laukines šalis, kur jos šaltinių kaip tik yra. Technologiniu požiūriu tai reikš perėjimą nuo geologų ir inžinierių sukurtos energijos pramonės prie biologų ir chemikų įspūdingų naujovių bangos.

Pajudėjo jau pats minties procesas. Pirmosios kartos biodegalų banga rėmėsi atsinaujinančiųjų energijos šaltinių idėja. Tačiau dauguma alternatyvių energijos šaltinių, sakykim, saulės ir vėjo energija, tebesiremia senąja mąstysena, kad energija yra išgaunama. Daugumos biodegalų gamyba iš tikrųjų prasidėdavo javų derliaus nuėmimu. Kreigo Venterio (*Craig Venter*) veikalas apie mikroorganizmus, gebančius anglies dioksidą, saulės šviesą ir vandenį paversti kuru, jau išsiveržė į priekį net kelis žingsnius.

Šis naujas būdas itin sumažins energijos sąnaudų, palyginti su energijos išeiga (*energy input versus energy return – EIVER*), formulės reikšmes, kurios lig šiol lėtino komercinį daugumos inovacijų, ieškant alternatyvių energijos šaltinių, įgyvendinimą. Bet koks kuras, kurį sintetiniu būdu galima „užauginti“ laboratorijoje ar gamykloje, ekonominiu požiūriu daug geriau tiks masinei gamybai, negu pavertimas juo saulės šviesos bei vėjo energijos ar žemės ūkio produktų.

Laboratoriniais tyrimais grįsta sintetinių energijos šaltinių gamyba padarys galą ir geopolitinėms priklausomybėms, kurios dabar susijusios su energijos vartojimu, ir šitokiu būdu akivaizdžiai pakeis naujausios istorijos eigą. Ji eliminuos daugelio dabartinių ir ateities konfliktų šaltinius, pirmiausia Persijos įlankos regione, kartu šiaurinėje Pietų Amerikos dalyje, Juodosios jūros regione ir vis labiau tinkamoje eksploatuoti Arktikoje.

Biologinių procesų įtraukimas į energijos ciklą taip pat smarkiai sumažins energijos vartojimo poveikį aplinkai. Jei šis metodas būtų pigiai ar net visai nemokamai prieinamas, tai leistų neseniai įgijusioms nepriklausomybę šalims plėsti dirbamosios žemės plotus ir kurti turtą, išvengiant konfliktų ir nedarant žalos aplinkai.

Žinoma, naujų energijos šaltinių atsiradimas galėtų turėti ir neigiamų pasekmių. Kad ir kokie negąsdinantys ar pažangūs, perėjimai niekada nebūna lengvi. Tai, kad naftą ir dujas išgaunančios šalys bei korporacijos neteks ekonominės ir politinės galios, gali tapti nauju, nors gal tik laikinu, konfliktų šaltiniu. Energijos gamyboje gali atsirasti nenumatytų pavojų, kurie neigiamai paveiks aplinką ir žmonių sveikatą. Gali susikurti naujos monopolijos.

Perėjimas nuo energijos gavybos prie jos gamybos ne tik paveiktų ekonomiką, geopolitiką ir aplinką. Žmonių pavertimas iš energijos gavėjų jos gamintojais visiškai pakeistų jų mąstymo būdą, o tai savo ruožtu skatintų dar didesnes naujoves, nes ekonominis ir technologinis įgalinimas bet kokiu pavidalu visada lemia šuolius, kurie toli pranoksta praktinius naujųjų technologijų pritaikymus. Sunku numatyti, kur šitokia naujoji mąstysena nuves. Galima neabejoti tik vienu dalyku: tai beveik visada veda prie naujos laisvės ir švietimo.

# ANTROPOSFERA

## NICHOLAS A. CHRISTAKIS

NIKOLAS KRISTAKIS yra vidaus ligų gydytojas ir socialinių mokslų specialistas, dirbantis Harvardo universitete.

Kursime gyvybę iš negyvų junginių, surasime gyvybę Marse ar kosmose. Tačiau mane šiuo metu labiau domina gyvybė, esanti tarp tų kraštutinumų, tame tarpe, kuriame esame mes visi – tarp mūsų genų ir mūsų žvaigždžių. Šios plonos mėlynos juostelės viduje yra dar plonesnė kraujuojanti linija. Tai antroposfera biosferos viduje, ta materialiojo pasaulio dalis, kurioje gyvename savo gyvenimą. Tai mes.

Ir dar – mes greitai ir nepermaldaujamai keičiamės. Tuo nenoriu pasakyti, kad mūsų skaičius sparčiai didėja – tai traukia mūsų dėmesį dar nuo Tomo Maltuso laikų. Ne, kalbu apie labai šiuolaikinius ir didelius gyventojų sudėties pokyčius.

10 000 m. pr. m. e. visame pasaulyje gyveno apie milijonas žmonių, 1000 m. pr. m. e. – 50, o 1000 m. e. m. – 310 mln. 1800 m. jų buvo apie milijardą, 1900 m. – 1,65 mlrd., o 2000 m. – jau 6 mlrd. Šio gyventojų skaičiaus kitimo makroistorinių tendencijų analizuotojai paprastai sutelkia dėmesį į gyventojų skaičiaus didėjimą ir jo pagrindą – „demografinį pereinamąjį laikotarpį“.

Pirmojoje to demografinio pereinamojo laikotarpio stadijoje gyvenimas, kaip visai teisingai teigė Tomas Hobsas (*Thomas Hobbes*), buvo bjaurus, gyvuliškas ir trumpas. Vyravo pusiausvyra tarp gimimų ir mirčių skaičiaus, ir vienų, ir kitų buvo labai daug (30–50 tūkstančiui gyventojų per metus). Gyventojų skaičius didėjo mažiau kaip 0,05 % per metus, jis padvigubėdavo

tik daugiau kaip per tūkstantį metų. Iki XVII a. pabaigos tokia padėtis buvo visame pasaulyje.

Tada, antrojoje stadijoje, mirštamumas pradėjo mažėti: iš pradžių šiaurės vakarų Europoje, po to per 100 metų tas mažėjimas išplito į pietus ir į rytus. Jis iš pradžių vyko dėl pagerėjusio aprūpinimo maistu ir geresnės sveikatos apsaugos; tai mažino mirštamumą, ypač vaikystėje. To pasekmė buvo staigus gyventojų skaičiaus didėjimas.

Trečiojoje stadijoje pirmą kartą žmonijos istorijoje pradėjo mažėti gimstamumas. Anksčiau prasidėjęs vaikų mirštamumo mažėjimas greičiausiai paskatino tėvus suvokti, jog nereikia tiek daug vaikų; lėmė ir kiti veiksniai – miestų plėtimasis, didėjantis moterų raštingumas ir (pagaliau) kontraceptinių priemonių atsiradimas.

Pagaliau ketvirtojoje stadijoje (kaip tik joje išsivysčiusios šalys šiuo metu ir yra) vėl nusistovėjo stabilumas. Tarp gimstamumo ir mirštamumo vėl nusistovėjo pusiausvyra, tik dabar jau palyginti žemame lygyje. Mirštamumo priežastys pasikeitė: anksčiau vyravo užkrečiamosios ligos, perinatalinės ir susijusios su mityba ligos, o dabar – lėtinės, psichinės ir elgsenos sutrikimai.

Nors šis bendro pobūdžio apibūdinimas daug ką pasako, bet ne mažiau ir nepasako. Be bendrojo gyventojų skaičiaus didėjimo, pasaulyje vyksta daug kitų demografinių procesų, kurie dar tebesiplėtoja ir dabar reiškia jau kur kas daugiau nei anksčiau. Svarbiausi yra keturių gyventojų struktūros aspektų pokyčiai: 1) lyčių tarpusavio santykis, 2) amžiaus struktūra, 3) giminystės sistemos, 4) pajamų pasiskirstymas.

Daugelyje pasaulio šalių, ypač Kinijoje ir Indijoje (jose gyvena 37 % viso pasaulio gyventojų), lyčių tarpusavio santykio pusiausvyra vis labiau mažėja. Paprastai 100 mergaičių gimsta 106 berniukai, bet Kinijoje greitai jų gali gimti iki 120, o Indijoje – iki 111. Šis plačiai aptarinėjamas pokytis galėjo atsirasti dėl preferencinių abortų ar dėl prastesnės mergaičių priežiūros, palyginti su berniukais.

Lyčių tarpusavio santykio pusiausvyros sutrikimas gali turėti ir kitų priežasčių, tarkim, didelė vienos ar kitos lyties žmonių migracija ieškant darbo. Toks pokytis turi daug pasekmių. Pavyzdžiui, turint galvoje istoriškai susiklosčiusį moterų kaip senų tėvų slaugytojų vaidmenį, jam atlikti reikalingų moterų trūkumas sukels socialinius didelio masto persitvarkymus. Be to, kai

atsiras žemo statuso vyrų, nesugebančių susirasti žmonos, perteklius, lengvai susidarys daug potencialių ekstremistų ir smurtautojų.

Šis lyčių tarpusavio santykio pusiausvyros sutrikimas gali turėti ir kitų, mažiau garsinamų pasekmių. Kai kurios iš mano paties tyrimų kylančios pasekmės skatina mintį, kad toks pokytis gali sutrumpinti vyrų gyvenimą, kiek sumažindamas jau pasiektą amžiaus ilginimo pažangą. Iškreiptas daugelio biologinių rūšių lyčių tarpusavio santykis stiprindavo konkurenciją dėl seksualinių partnerių, sukeldavo įtampą siekiant papildomo sekso. Atrodo, 5 % dydžio vyrų perteklius lytinės brandos metu trimis mėnesiais sumažina jų gyvenimo trukmę. Tai gan didelis praradimas.

Kita vertus, visame pasaulyje, ypač pažangiose šalyse, gyventojai senėja. Apytikriais Jungtinių Tautų Organizacijos vertinimais, 60 ir daugiau metų turinčių žmonių skaičius 2000–2050 m. padidės dvigubai – nuo 10 iki 21 %, o vaikų dalis nuo 30 % sumažės iki 21 %. Šis pokytis irgi turi daug pasekmių, įskaitant ir „išlaikytinių santykį“ (*dependency ratio*), reiškiantį, kad medicininiais ir ekonominiais senų žmonių poreikiais teks rūpintis vis mažesniam jaunų žmonių skaičiui. Daug mažiau kalbama, kad karas iš tikrųjų yra jaunų žmonių užsiėmimas, tad visai tikėtina, jog, gyventojams senstant, jų agresyvumas gali mažėti.

Kintantis giminystės tinklų pobūdis, pavyzdžiui, toks reiškinys, kaip vaikų augimas mišriose, susiliejusiose šeimose (dėl pakitusio požiūrio į skyrybas pažangiose šalyse ar dėl tėvų mirties nuo AIDS Afrikoje), daro poveikį teisių ir pareigų pasiskirstymui šeimoje. Kintančios giminystės sistemos šiuolaikinėje Amerikos visuomenėje (su jų sudėtingu pakartotinai vedusių ar susidėjusių porų mišiniu, su pusiau broliais ir seserimis bei įbroliais ir įseserėmis) daro didelį poveikį rūpinimuisi senais žmonėmis, išėjimui į pensiją, palikimo klausimams. Kas rūpinsis senele? Kam atiteks jos pinigai, kai ji mirs?

Pagaliau keičiasi ne tik pusiausvyra tarp vyrų ir moterų ar senų ir jaunų žmonių, bet ir tarp turtingų ir neturtingų. Viso pasaulio mastu 1 % žmonių atitenka 57 % visų pajamų. Pajamų nelygybė Jungtinėse Valstijose šiuo metu pati didžiausia per visą istoriją, didesnė net už tą, kuri buvo audringajame trečiajame XX a. dešimtmetyje (*Roaring Twenties*). Ir nors ekonominė plėtra Kinijoje vyksta nepaprastai sparčiai, pajamos joje pasiskirsčiusios netolygiai. Todėl labai tikėtina, kad ateinančiais dešimtmečiais čia dėl to kils konfliktų.

Kadangi tikrą pavojų keliančių plėšrūnų jau nebėra, svarbiausias mūsų aplinkos požymis yra kiti žmonės. Stengdamiesi dėmesį nukreipti į tokius pavojus, kaip globalinis atšilimas ir aplinkos blogėjimas, turėtume nepamiršti ir šio fakto. Praverstų apsidairyti aplink ir pasižiūrėti, ne tik kokie daiktai, bet ir kokie žmonės mus supa. Gyventojų struktūra pakeis viską. Nuo jos priklauso mūsų sveikata, turtas, taika ir ramybė.

# PAGALIAU: TECHNOLOGIJA LEMS ŠVIETIMO PERMAINAS

## HAIM HARARI

CHAIMAS CHARARIS yra Izraelio fizikas teoretikas, buvęs Veicmano mokslų instituto prezidentas ir knygos „Žvilgsnis iš audros centro: teroras ir protas Viduriniuose Rytuose“ (*A View from the Eye of the Storm: Terror and Reason in the Middle East*) autorius.

Kartais kažką prognozuojame. Kartais tik pasvajojame. Malonu atsiduoti ir vienam, ir kitam, aptarinėjant vieną ir tą patį dalykų dalyką, kuris pakeis pasaulį.

Šių dienų pasaulio – jo ekonomikos, pramonės, aplinkos, žemės ūkio, energetikos, sveikatos apsaugos, maisto, karinės galios, komunikacijų – variklis yra žinios. Vienintelis būdas sėkmingai kovoti su skurdu, badu, ligomis, gaivalinėmis nelaimėmis, terorizmu, karu ir kitomis blogybėmis – kurti ir platinti, skleisti žinojimą, tai yra tyrimus ir švietimą.

Iš 6,7 mlrd. mūsų planetoje gyvenančių žmonių ne mažiau kaip 4 mlrd. žinių revoliucijoje nedalyvauja. Šimtų milijonų motinos yra beraštės, jie niekada neturi švaraus vandens, medicininės priežiūros, niekada nesinaudoja telefonu.

Tokie madingi žodžiai, kaip nuotolinis mokymas, individualizuotas mokymas ir visi kiti technologijų varomi pokyčiai švietimo srityje, daugiausia taip ir lieka popieriuje, toli nuo kasdieninės tikrovės daugumoje pasaulio mokyklų. Viltys, kad turtingos sritys užtikrins gerą nuotolinį mokymą kitoms sri-

tims, neišsipildė. Idėja visą mokslą, muziką ir kultūrą paskleisti kiekviename pasaulio kampelyje ir kurti mokyklas, besiremiančias individualiu ir grupiniu mokymu, grupiniu darbu, modeliavimu ir specialiomis pagalbinėmis priemonėmis specialiesiems poreikiams, žodžiu, pasiekti visus tuos tikslus, kuriuos technologijomis pasiekti jau įmanoma, iš esmės liko neįgyvendinta.

Stebina, kad po dešimtmečius trukusių prognozavimų ir projektavimų švietimas visame pasaulyje tiek mažai pasikeitė. Dar prieš 30 metų žinovai kalbėjo apie visiškai kompiuterizuotą mokyklą. Daugelis fantazavo apie visai kitokią mokymo struktūrą, ištrauktą iš įprasto tradicinio mokyklos–klasės–mokytojo komplekso, kuris per pastarąjį dešimtmetį beveik nepasikeitė. Dar labiau stebina, kad dar niekas nesusikrovė turtų, Informacijos revoliuciją taikydamas švietimo srityje.

Turint galvoje didžiulę viso pasaulio mokinių ir mokytojų armiją, galima tikėtis, kad tie pinigai, kuriuos uždirbo internetinės kompanijos *eBay, Amazon, Google, Facebook*, nublanks prieš pelną, kurį atneš kokia nors labai gera revoliucinė švietimo idėja. Tačiau tarp interneto milijardierių nėra nei vienos į švietimą nukreiptos kompanijos.

Kaip čia atsitiko, kad turtingiausias pasaulio žmogus yra ne tas, kuris turėjo puikią idėją, kaip panaudoti technologiją švietimui priartinti prie milijardų vaikų visame pasaulyje? Neturiu išsamaus atsakymo į šį klausimą. Manau, greitas mokymas įmanomas kitose srityse, bet ne švietime. Čia laikas matuojamas dešimtmečiais, o ne metų ketvirčiais. Ir dar manau, kad mokyklose jaunųjų energiją ir kūrybiškumą reikia sujungti su senesniųjų patirtimi, o kitose srityse jaunieji savo darbą gali atlikti greitai ir tam nereikia ankstesnių kartų žinių.

Bet tai dar nereiškia, kad labai apgailestauju dėl to, kad, reformuodamas švietimą, dar niekas nepateko į turtingiausių pasaulio žmonių sąrašą. Man tik gaila, kad šioje srityje neįvyko jokio keičiančio žaidimą įvykio pritaikant tai, ką siūlo šiuolaikinė technologija.

4 mln. Singapūro gyventojų sukuria didesnį BVP negu 130 mln. pakistaniečių. Tai susiję ir su Pakistano bėdomis, ir su problemomis, kurių labai gausu – nuo skurdo ir terorizmo iki didelės žemės drebėjimų daromos žalos. Vienintelis būdas pakeisti tokią padėtį ilgainiui yra švietimas. Pasauliui negali būti nieko geresnio už geresnį tokios šalies švietimą. Tačiau, kliaujantis tik

vietinėmis pastangomis, tai gali užtrukti kelis šimtmečius. Kita vertus, jei *Al-Qaeda*, teroristinė organizacija, pasinaudodama internetu, iš Pakistano gali pasiekti kitus žemynus, tai kodėl pasaulis negali padėti suteikti išsilavinimą 130 mln. pakistaniečių, taikydamas geresnius metodus?

Taigi mano žaidimą keičiančios viltys ir prognozės siejamos su tuo, kad pagaliau šiame fronte įvyks reikšmingų pokyčių. Tam laikas jau pribrendo. Keletas naujų idėjų, pasitelkus tik pastaruoju metu atsiradusias technologijas ir remiantis humanistinėmis vertybėmis, užuojauta ir nuoširdžiu troškimu padėti neapšviestai pasaulio gyventojų daugumai, šį uždavinį gali išspręsti.

Aš naivus, kvailas, o gal ir naivus, ir kvailas? Kodėl manau, kad toks stebuklas, kurį daugelis prognozavo 30 metų ir kurio nekantriai laukė dar ilgiau, įvyks ateinančiais dešimtmečiais?

Ogi štai kodėl:

Pirma, technologijos varoma globalizacija verčia pripažinti didžiulį žinojimo lygio skirtumą tarp įvairių pasaulio šalių ir tarp skirtingų visuomenės sluoksnių mūsų šalyse ir jo bijoti. Yra didelis pavojus netekti to, ką pasaulis pasiekė per pastaruosius 100 metų, įskaitant ir pačią demokratiją. Problemos nustatymas yra svarbi jos sprendimo dalis.

Antra, duomenų perdavimo greitis ir kaina, programinės įrangos sistemų pažanga, nuotolinių vaizdo sąveikų prieinamumas, kompiuterių kainos mažėjimas, neįprasti kompiuterių ekranai ir kitokie įtaisai veda prie suvokimo, kad projektuoti ir gaminti pagal užsakymą techninę įrangą mokykloms ir švietimui yra verta. Lig šiol dauguma mokyklose naudojamų kompiuterių atkeliaudavo iš verslo – tik labai mažai specialių įtaisų buvo sukurta išimtinai švietimui. Tai pradeda keistis.

Trečia, pirmą kartą ta karta, kuri užaugo su kompiuteriu namie, ateina papildyti mokytojų gretų. Didžiausia daugumos švietimo reformų kliūtis visada buvo mokytojų mokymas. Dabar juos mokyti turėtų būti daug lengviau. Prisiminkime pirmąją amerikiečių kartą, užaugusią automobilį turinčiose šeimose. Tai reikšmingas skirtumas.

Ketvirta, nauju iššūkiu tapo socialiniai interneto tinklai, kuriuose dabar dalyvauja ir vaikai. Švietimo sistema prie jų turi prisijungti, nes nurungti negali. Todėl dabar reikia ne kelti klausimą, ar švietimo revoliucija vyks, o kokia ji bus – teigiama ar pražūtinga. Labai daug revoliucijų žmonijos istorijoje at-

nešė daugiau skausmo ir mirčių negu pažangos. Privalome padaryti viską, kad ši būtų tokia, kokios reikia.

Penkta, vaiko, kuris į mokyklą atsineša mobilųjį telefoną, *iPod* grotuvą ar dar ką nors, kuris siuntinėja žinutes į savo motinos mobilųjį telefoną ir kuris bet kuriuo laiku žino, kas vyksta jo brolio ar jo draugo, esančio už daug mylių, o gal ir net kitame žemyne, klasėje, negalima mokyti taip, kaip buvau mokomas aš. Ar kas nors iš dabartinių mokinių yra matęs logaritminę liniuotę? Logaritmų lenteles? Kokią nors enciklopediją (išskyrus „Vikipediją“)?

Čia galėčiau pateikti ilgiausius sąrašus konkrečių idėjų, kurias būtų galima išbandyti, ar mažų žingsnių, kurie jau buvo žengti vienoje ar kitoje pasaulio vietoje. Tai turės būti evoliucinis procesas, jame bus daug inovacijų, bandymų ir klaidų, pasireguliavimo, praeities klaidų vengimo ir ypač daug kantrybės. Jame turės būti ir bent vienas ar keli dideli keičiantys žaidimą dėmenys, savo įtaka sulyginami tik su *Google*.

Tai pokytis, sukursiantis tinkamą gyventi pasaulį kitoms kartoms ne tik turtingose visuomenėse, bet ypač besivystančiose ar net dar nepradėjusiose vystytis pasaulio dalyse. Tam laikas jau tikrai atėjo. Tai įvyks ir iš tikrųjų pakeis viską.

# NEBRANGŪS, PRITAIKYTI INDIVIDUALIEMS VARTOTOJAMS INTERAKTYVŪS ELEKTRONINIAI TEKSTAI NAUDOTI VISAME PASAULYJE

DAVID G. MYERS

DEIVIDAS MAJERSAS yra *Hope* koledžo Holande (Mičigano valstija) socialinis psichologas ir knygos „Draugiškas laiškas skeptikams ir ateistams: apmąstymai, kodėl Dievas yra gėris, o tikėjimas nėra blogis“ (*A Friendly Letter to Skeptics and Atheists: Musings on Why God Is Good and Faith Isn't Evil*) autorius.

Mano kolegos iš universitetų pietinėje Afrikoje dažnai reiškė norą turėti tokios mokymo medžiagos, kuri jiems pakeistų viską: o, kad būtų koks nors būdas jų studentams, negalintiems įsigyti net labai nukainotų Europoje ar Amerikoje išleistų vadovėlių, gauti pigių, svarbių kultūriniu požiūriu šiuolaikinio lygio vadovėlių! Afrikos (ir kitų pasaulio vietų) studentams šis utopinis pasaulis ateinančiame dešimtmetyje gali tapti realus dėl šių dalykų:

- Interaktyvių vadovėlių. Įvairūs leidėjai kuria internetines interaktyvias elektronines knygas, susietas su mokymo programomis, modeliavimais, patikrinimo raštu užduotimis, animaciniais filmukais, virtualiosiomis laboratorijomis, diskusijų grupėmis, vaizdo klipais. (Tai ne vakarykštės dienos elektroniniai vadovėliai.)
- Pritaikomumo individualiems vartotojams. Instruktoriai ir regioniniai instruktorių tinklai sugebės pertvarkyti turinį, išmesti nereikalingą medžiagą ir pridėti medžiagos, susijusios su studentų pasauliu ir jų pačių mokymosi tikslais (arba susieti su tokia medžiaga).
- Prieinamumo. Pažangių šalių studentai patys mokės už kurso klausymą. Neturėdami galimybės spausdinti knygas kietais viršeliais ar jas siųsti ir nesant naudotų knygų, leidėjai išsilaikys iš daug mažesnio mokesčio, kurį mokės žymiai daugiau studentų, arba iš vietinių licencijų. Ekonominiu atžvilgiu nuskurdusiuose regionuose geranoriški leidėjai gali pasistengti, kad kursuose jų knygomis studentai galėtų naudotis už labai mažą mokestį.
- Studentų atskaitomybė. Instruktoriai dar prieš paskaitas tikrins, kaip jų studentai atliko užduotis, tad liks daugiau paskaitos laiko diskusijoms.
- Plačiajuosčio interneto ryšio prieinamumo plėtra. Iš dalies dėl bendros Rokfelerio (*Rockefeller*), Karnegio (*Carnegie*), Fordo (*Ford*) ir kitų fondų finansavimo iniciatyvos informacinės technologijos ir internetas ateina į Afrikos universitetus. Kol kas priėjimas prie jų tebėra ribotas ir brangus, bet, didėjant interneto juostos pločiui ir esant nebrangių bevielių asmeninių skaitymo įtaisų perspektyvai, tokia padėtis gali pasikeisti.

Tai nėra tik graži svajonė. Afrikos švietimo darbuotojai nekantrauja ištirti naujojo interaktyvaus turinio efektyvumą, kai tik jis taps prieinamas jų studentams. Tikimasi, kad tai sujungs stipriąsias jau esamų tekstų puses. Tie tekstai yra išsamūs, specialistų patikrinti, kruopščiai suredaguoti, patraukliai apipavidalinti – juos turėtų paremti pagalbinės mokymo priemonės sumažintomis kainomis ir galbūt su vietinėms sąlygoms pritaikytomis iliustracijomis bei turiniu. Darydami tą pačią informaciją prieinamą ir turtingiems, ir netur-

tingiems studentams ir turtingose, ir neturtingose mokyklose, ir turtingose, ir neturtingose šalyse elektroniniai tekstai yra egalitariniai. Jie lygina pasaulį. Juk dar XIX a. JAV prezidentas Džeimsas Madisonas (*James Madison*) pažymėjo: „Vienintelė tikrosios laisvės garantija yra žinojimo pažanga ir žinių skleidimas.“

# KREPŠINIO IR MOKSLO STOVYKLOSE

## STEPHON H. ALEXANDER

STEPONAS ALEKSANDERIS yra Pensilvanijos valstybinio universiteto fizikos docentas.

Augau šiaurės rytų Bronkse, kur XX a. devintajame dešimtmetyje beveik kiekvieno berniuko herojai buvo garsieji krepšininkai Maiklas Džordanas (*Michael Jordan*) ir Dominikas Vilkinsas (*Dominique Wilkins*). Aš ir dauguma mano draugų svajojome žaisti *NBA* lygoje. Žaisti krepšinį išties labai malonu, bet būta dar ir kitos itin akivaizdžios paskatos: be prekiautojų narkotikais, žymūs sportininkai buvo vieninteliai žmonės iš mūsų socialinės ir ekonominės aplinkos, kuriuos matėme uždirbant daug pinigų ir užsitarnaujant žmonių pagarbą.

Nors nuo vaikystės turėjau polinkį į tiksliuosius mokslus ir matematiką, gan dažnai praleidinėjau pamokas, ištisas valandas leisdamas krepšinio aikštelėje. Ten svajojau, kad ateis diena, ir žaisiu savo vidurinės mokyklos komandoje: apsisukęs 360 laipsnių, dėsiu kamuolį iš viršaus. Neatsitiko nei viena, nei kita. Kai man buvo 15 metų, mesdamas iš po krepšio, suklupau ir susilaužiau kelio girnelę, tad pusei metų krepšinio aikštelę teko pamiršti. Reikėjo užsiimti namų darbais ir uoliai lankyti pamokas.

Daugelis iš tuometinių mano žaidimo draugų nebaigė net vidurinės mokyklos. Nors krepšinį jie žaidė daug geriau už mane, į *NBA* pateko tik

vienas iš jų. Kelių kitų kandidatūros buvo atmestos, ir jie savo sportinę karjerą baigė žaisdami Didžiojo dešimtuko (*Big Ten*) krepšinio komandose. Dar ir dabar, kai sugrįžtu į savo jaunystės dienų vietas, matau, kaip kai kurie iš mano taip ir negavusių diplomų jaunystės draugų, užsidėję antkelius, kartoja senuosius mokyklos laikų žaidimo triukus.

Tais metais, kai susilaužiau kelį, iš privataus rėmėjo gavau stipendiją dalyvauti paauglių fizikos stovykloje per vasaros atostogas. Ji vadinosi Tarptautiniu vasaros institutu (*International Summer Institute – ISI*) ir buvo surengta Sautamptone, Long Ailende, tokioje aplinkoje, kokioje man dar niekada anksčiau neteko būti.

Dauguma vaikų buvo iš užsienio šalių. Įgijau keistų naujų draugų, tarp jų ir Hongą iš Pietų Korėjos, kuris visą vasarą stengėsi skaičiuoti $\pi$ reikšmę nebežinau kelinto skaičiaus po kablelio tikslumu. Stovykloje buvo ir grupė jaunų šachmatininkų, kuriuos treniravo Rusijos šachmatų meistras.

Aš ėmiausi mokytis fizikos pagal koledžo kurso programą. Teko susitikti ir su šios stovyklos organizatoriumi, džentelmenu, nešiojančiu odinį švarką net vasarą. Pasirodė, jis – Nobelio premijos laureatas Šeldonas Glašovas (*Sheldon Glashow*).

(Beje, štai koks atsitiktinumas: kažkada jis mokėsi kaimyninėje mokykloje – Bronkso vidurinėje mokslo mokykloje (*Bronx High School of Science*).) Jis pasakė įkvepiančią kalbą apie fiziką. Tada supratau, kad būna ir kitokio tipo maiklai džordanai – ne krepšinio, o kitose srityse, ir aš, panašiai kaip Š. Glašovas, galiu būti kitoks, be to, dar ir visai neblogai pragyventi kaip mokslininkas. Dar svarbiau, kad mes, paaugliai, ten užmezgėme ryšius ir iš esmės sukūrėme jauną globalinę būsimųjų mokslininkų bendruomenę.

Grįžęs į Bronksą, negalėjau daug kalbėti apie tą savo patirtį. Juk Heizenbergo neapibrėžtumo principo aptarinėjimas mano draugus būtų dominęs kur kas mažiau už tuščią pokalbį beisbolo aikštėje. Krepšiniui pradėjau skirti mažiau dėmesio, vėliau įstojau į koledžą ir tapau fiziku. Dėl to mane truputį graužia kaltės jausmas. Širdies gilumoje žinau, kad mano kaimynystėje augo tikras matematikos genijus – Erikas Dybro (*Eric Deabreu*). Tačiau vidurinės mokyklos jis taip ir nebaigė.

O kas, jei būtų globalinė mokslininkų ir švietimo darbuotojų organizacija pasišventusiems potencialiems mokslo maiklams džordanams aptikti (ar

ieškoti) bet kurioje pasaulio dalyje ir bet kokioje socialinėje ir ekonominėje aplinkoje? Vietiniu mastu tai vyksta, globaliniu – ne.

Kas būtų, jei tie studentai būtų aprūpinti ištekliais atskleisti visas savo potencialias galimybes ir natūraliai suformuotų globalinę kolegų ir draugų visuomenę? Be daug kitokios naudos, tada turėtume ir suderintas globalines pastangas imtis labiausiai neatidėliotinų mokslo problemų, su kuriomis teks susidurti mūsų kartai ir ateities kartoms: energijos krizės, globalinio atšilimo, ŽIV, diplomatijos (jei apsiribosime paminėjimu tik kelių).

Manau, iniciatyva, reklamuojanti mokslo privalumus ant kiekvieno mūsų planetos kampo taip, kaip krepšinio talentų ieškotojai daro prie kiekvienos gatvės krepšinio aikštelės, mūsų pasaulį pakeistų. Jau seniai galvoju apie tai. Turėdamas galvoje kai kurių mokslo bendruomenės narių, tarp jų ir fizikų Klifordo Džonsono (*Clifford Johnson*), Džimo Geitso (*Jim Gates*) ir Neilo Turoko (*Neil Turok*), pastangas, manau, to įvyksiant sulauksiu.

# INTERNETO SUKELTAS MOKYMO PERVERSMAS

## CHRIS ANDERSON

KRISAS ANDERSONAS yra kasmetinės Technologijų, pramogų ir dizaino (*Technology, Entertainment, Design – TED*) konferencijos kuratorius.

Kai šiandien galvojame apie pasaulyje knibždančius milijardus žmonių, tai esame linkę galvoti apie gyventojų perteklių, skurdą, ligas, nestabilumą, aplinkos niokojimą. Tai yra daugumos mūsų planetos problemų priežastys.

O kas būtų, jei tai pasikeistų? Jei vidutinis žmogus gebėtų įnešti didesnį indėlį, negu pats suvartoja? Pridėti daugiau nei atima? Pagalvokime, kas būtų, jei kiekvienas pasaulyje vestų balansą. Neigiamoje jo pusėje būtų fiksuojami ištekliai, kurie vartojami nepakeisti. Teigiamoje atsidurtų indėliai į planetos lobyną jų gaminamų išteklių, ilgaamžių artefaktų ir idėjų bei technologijų, galinčių sukurti geresnę ateitį jų šeimoms, bendruomenėms ir visai planetai pavidalu. Mūsų ateitis priklauso nuo to, ar tų balansų suma gali būti teigiama.

Kas galėtų tai padaryti įmanomu dalyku? Viena iš svarbiausių vilties priežasčių yra ta, kad kol kas naudojame tik arčiausiai paviršiaus gulinčias potencialias žmogaus galimybes. Per visą istoriją didžioji dauguma žmonių nebuvo tokie, kokie galėjo būti.

Padarykite paprastą mintinį eksperimentą. Paimkite savo mėgstamą mokslininką, matematiką ar kultūros veikėją. Dabar įsivaizduokite, kad jie gimė ne ten ir ne tada, kur tai įvyko iš tikrųjų, o kad su tokiais pat gabumais

gimė tipiškame skurdžiame Prancūzijos kaimelyje 1200 m. ar Etiopijoje XX a. devintajame dešimtmetyje. Ar ir tada jų įnašas būtų buvęs toks pats?

Žinoma, ne. Jie būtų niekada negavę tokio išsilavinimo ir tokių paskatų, kokių reikėjo pasiekti tam, ką jie pasiekė. Jie tebūtų gyvenę skurdų gyvenimą, gal kartais neaiškiai nujausdami, kad jis galėjo susiklostyti ir geriau. Taip pat neaišku kiek, bet tikrai daug ir iš tų, kurie panašiai gyvena šiandien, yra potencialūs mūsų pasaulio pertvarkytojai.

Tereikia rasti būdą potencialui atskleisti. Tam gali pakakti dviejų dalykų: žinių ir įkvėpimo. Jei žinosime, kaip pakreipti savo gyvenimą į geresnę pusę ir turėsime noro tą daryti, vadinasi, turėsime neblogų galimybių gyvenimą pagerinti iš tikrųjų.

Šių dienų pasaulyje yra daug bauginančių dalykų; ypač jaudina tai, kad dar niekada nebuvo tiek daug priemonių žinioms ir įkvėpimui skleisti. Dar prieš 5 metus koks nors mokytojas ar profesorius, pajėgus pakeisti savo mokinių ar studentų gyvenimą, realiai galėjo tikėtis paveikti jų kokį šimtą per metus. Šiandien jis vaizdo kanalais jau gali komunikuoti su milijonais to norinčių studentų.

Jau yra daug pavyzdžių, kaip įtaigūs pokalbiai it kokia virusinė liga užkrečia didžiules interneto auditorijas. Įrašytų paskaitų platinimo visame pasaulyje, pasitelkus internetą, išlaidos nukrito beveik iki nulio. Tai įvyko nepaprastai greitai, ir to pasekmės suvokiamos dar nepakankamai plačiai. Tačiau neabejotina, kad jos gali keisti švietimą visame pasaulyje.

Viena vertus, supratimas, kad dabartiniai geriausi mokytojai gali tapti pasaulinėmis garsenybėmis, padidins mokytojų prestižą. Galima įsivaizduoti, kaip pirmą kartą po daugelio metų ambicingi ir gabūs aštuoniolikmečiai, rinkdamiesi specialybę, sąrašo viršuje įrašys mokytojo profesiją. Tiesą sakant, išsiplės ir puikaus mokytojo sąvoka, nes daug žmonių, nepriklausančių šiai profesijai, bet galinčių perteikti svarbių idėjų, ras naujų paskatų su jomis supažindinti visą pasaulį. Be to, ir mokytojai gali gerinti savo gebėjimus, kviesdamiesi į savo klases žymiausius pasaulio mokslininkus, futurologus, konsultantus ar surengdami jų vaizdo konferencijas.

O dabar pažvelkite į tai mokinių akimis. Praeityje mūsų sėkmė priklausė nuo to, ar pasisekė kažkur netoli turėti puikų mokytoją ar auklėtoją. Didžioji dauguma tuo pasigirti negalėjo. Tačiau šiandien Afrikoje gimusi mergaitė

greičiausiai po 10 metų jau turės mobilųjį telefoną su didelės skiriamosios gebos ekranu. Jis turės ryšį su internetu ir bus galingesnis už mūsų šiandien turimą kompiuterį. Nesunku įsivaizduoti, kaip ji akis į akį bendrauja su kokiu nors jos pačios pasirinktu vienu iš geriausių pasaulio mokytojų ir susilaukia jo paskatinimo. Tad ji gaus galimybę tapti tuo, kuo galėtų tapti. O galų gale ji gali tapti kaip tik tuo žmogumi, kuris išsaugos šią planetą mūsų vaikaičiams.

# ATGIMUSI IŠMINTIS

## ROGER C. SCHANK

RODŽERIS ŠANKAS yra psichologas ir kompiuterių specialistas, Šiaurės vakarų universiteto Mokymo mokslų instituto (*Institute for the Learning Sciences*) įkūrėjas ir knygos „Kaip pasiekti, kad kitų protas būtų mažiau išlavintas už mūsų protą“ (*Making Minds Less Well Educated Than Our Own*) autorius.

Vienas mano pažįstamas vykdantysis plataus vartojimo prekių kompanijos darbuotojas suko sau galvą, kaip pagerinti jų kompanijos gaminamą balinimo medžiagą. Jo nuomone, būtų gerai, kad ta medžiaga neturėtų neigiamo šalutinio poveikio, kitaip sakant, kad veiktų tik blogą medžiagą ir nedarytų žalos gerai. Jis įsikibo tos neigiamo šalutinio poveikio sąvokos ir pradėjo galvoti, kur dar ji sukelia problemų. Jam atėjo į galvą chemoterapija. Tada jis apsilankė pas kai kuriuos onkologus ir prisigaudė idėjų, ką jie daro, kad chemoterapija būtų mažiau kenksminga pacientams. Paskui tas idėjas panaudojo savo kompanijos balinimo priemonei gerinti.

Tada jis pradėjo svarstyti, ką gi jis padarė ir kaip. Norėjo gebėti kažką panašaus padaryti dar kartą. Tačiau kas gi tai yra ir kaip padaryti vėl?

Senovėje gyvenome grupėmis, kuriose buvo išmintingų vyrų ir moterų. Jie pasakojo jauniesiems tai, kas, jų nuomone, buvo aktualu jų poreikiams tenkinti. Tie dalykai buvo vadinami išmintimi, jais vienos kartos patirtis buvo perduodama kitai kartai. Mes šį gebėjimą tam tikru mastu jau praradome, nes gyvename daug didesniame pasaulyje, kuriame mažai tikėtina, kad atitinkamas specialistas bus gretimoje oloje, ir kur reikia išmanyti apie kur kas daugiau dalykų.

Nepaisant to, mes kaip žmonės esame suprogramuoti teikti tuo metu reikalingą išmintį ir ja naudotis, nors prasčiau žinome, kur ją surasti. Pakeisti tam, ką praradome, prirašėme knygų, pristeigėme mokyklų, o dabar jau ir ieškos sistemų. Tačiau vis tiek būtų šaunu, jei ta išmintis būtų po ranka, ir nereikėtų jos taip sunkiai ieškoti.

Pačiu laiku gaunamos išminties laikai dar sugrįš. O tą išmintį gausime iš savo kompiuterio. Dabar kompiuteriai geba suprasti mūsų poreikius ir surasti patį tinkamiausią išmintingą vyrą ar moterį (prieš tai įtrauktą į archyvą ir jo rodyklę), kad papasakotų reikiamą istoriją kaip tik tuo momentu, kai jos labiausiai reikia, padėti kažką sugalvoti. Nebereikia ieškoti informacijos. Nebereikia bibliotekų, nebereikia reikšminių žodžių, nebereikia ieškos sistemų. Informacija pati susiras mus, ir kaip tik pačiu laiku. Tai pakeis viską. Žinoma, kad visa tai taptų tikrove, reikia kai ką padaryti.

Viso to pradžią matome jau šiandien, tačiau tai daroma neapgalvotai ir komerciniu būdu. Žinoma, čia pirmauja *Google* ieškos sistema – ji stebi mūsų spausdinamus žodžius ir lygina su žodžiais, esančiais jos informacijoje. (Pavyzdžiui, iš interneto gaunu labai daug mokslinių laipsnių siūlymų, nes kaip tik apie juos aš gan dažnai rašau.) Pasikeis trys dalykai:

1. Mus pasiekianti informacija bus aktuali ir svarbi tam, ką dirbame, ir bus gauta pačiu laiku.
2. Keisis informacijos vienetų dydis. Nebeliks knygų dydžio informacijos vienetų (knygos dydis priklauso nuo to, kokio dydžio jos perkamos; nebūna dešimties puslapių storio knygų.)
3. Atsiras nauja leidybos forma, padėsianti greitai peržiūrėti gaunamą informaciją. Bus apklausinėjami specialistai, o geriausi jų atsiliepimai įtraukiami į rodykles. Tie atsiliepimai išliks visiems laikams, laukdami momento, kada kas nors reikiamu metu jais pasinaudos.

Pasaulyje, kurį dabar aprašinėju, kompiuteris turės žinoti, ką ketiname daryti, o ne tik kokius žodžius ką tik išsispausdinome. Tam jis privalės turėti didžiulį pasakojimų archyvą, kad galėtų juos papasakoti. Be to, reikės, kad archyve esančius pasakojimus jis įtrauktų į rodykles pagal mūsų vykdomas veiklos sritis tokiu būdu, kad reikiamu momentu būtų pateiktas reikiamas pasakojimas.

Kas turi atsitikti, kad tai taptų tikrove? Kompiuteriams reikia veiklos modelio: jie turi žinoti, ką ir kam darome. Programinė įranga tampa sudėtingesnė, padidėja jos atsakomybė už tai, ką darome kasdieniniame gyvenime. Tokia padėtis yra neišvengiama.

Reikia sukurti tokį archyvą, kuriame būtų sukaupta visa pasaulio išmintis. Žmonės daug metų bandė tą daryti enciklopedijų ir žinynų pavidalu, bet jiems nepavyko padaryti, kad enciklopedijos būtų naudingos. Tipiškame jos straipsnelyje yra per daug informacijos, o ką jau kalbėti apie absurdišką informacijos kiekį kokioje nors knygoje.

Žmonės yra suprogramuoti klausytis pasakojimų, o jie neturi būti per ilgi, kad mūsų dėmesys nenukryptų nuo svarbiausios minties, kitaip sakant, nuo juose esančios išminties. Žmonės pasakoja vieni kitiems pasakojimus visą laiką, bet kai juos užrašo ar išdėsto paskaitų pavidalu, jiems leidžiama (net yra skatinami) per daug išsiplėsti (kaip kad dabar darau aš).

Išmintis priklauso nuo į tikslą nukreiptų nuorodų. Jos pataria, ką daryti susidūrus su tam tikromis sąlygomis. Kitaip sakant, svarbiausių strateginių idėjų, kaip pasiekti tikslus esant tam tikroms sąlygoms, archyvas yra patys tinkamiausi ištekliai, su kuriais reikia sąveikauti, nes tai leis geram pasakojimui pasirodyti kaip tik tuo metu, kai mums jo labiausiai reikia.

Šios problemos sprendimas apima ir į tikslą nukreiptų rodyklių sudarinėjimą. Tokios idėjos, kaip neigiamas šalutinis poveikis, yra tarsi nuorodos į išmintį. Esame jau netoli to laiko, kai kompiuteriai gebės atpažinti tuos neigiamus šalutinius poveikius, kai tik jie pasireikš, ir rasti kitų pavyzdžių, padėsiančių mums kažką sugalvoti.

Tokios universalios „priminimo mašinos“, kuri primins universalią išmintį, kai tik jos prisireiks, turėjimas iš tikrųjų pakeis viską. Labai padidės tikimybė, kad, turėdami pasirengusį padėti mums galvoti kompiuterį, galėsime geriau pasinaudoti kolektyvine žmonijos išmintimi.

# MOKYMO PROGRAMOS IR AUDITORIJOS

## DAVID GELERNTER

DEIVIDAS GELERNTERIS yra Jeilio universiteto kompiuterių specialistas, *Mirror World Technologies* kompanijos vyriausiasis specialistas ir knygos „Amerikietiškumas: ketvirta didžioji pasaulinė religija“ (*Americanism: The Fourth Great Western Religion*) autorius.

Kas pakeis viską? 90 % Amerikos visų lygių mokytojų pakeitimas tėvų parinktomis iš interneto paimtomis „mokymo programomis“ (*“learning tracks”*). Įprastinių centralizuotų pagal mokinių amžių sudarytų mokyklų panaikinimas. Jų pakeitimas vietinėmis grupelių susirinkimui skirtomis auditorijomis, kuriose susirenka kelios dešimtys visų amžiaus grupių ir visų *IQ* vaikai ir mokosi, prižiūrimi vertų pasitikėjimo suaugusiųjų. Kiekvienas vaikas turi savo mokymosi programą, atitinkančią jo lygį ir gebėjimus, bet visi auditorijoje esantys vaikai kartu žaidžia ir dalyvauja sportinio pobūdžio veikloje.

Šitaip pradinis ir vidurinis mokslas tampa vienu metu radikaliai lokalizuoti ir delokalizuoti. Visi vaikai renkasi arčiausiai prie jų esančioje auditorijoje ir susimaišo su kitais visų amžiaus grupių bei interesų vaikais. Tai radikali lokalizacija (arba relokalizacija, sugrįžimas prie mažo raudono mūrinio mokyklos pastato). Tačiau kiekvienas vaikas mokosi pagal savo mokymosi programą, kurią jam sudarė geriausi šalies ar net viso pasaulio mokytojai bei mąstytojai.

Tokios vietinės mokyklos yra pigios ir lanksčios (juk nesvarbu, kiek vaikų ją lankys – 10 ar 50, tik svarbu, kad būtų užtektinai mašinų jiems atvežti, o

tą padaryti lengva). Apie 80 % tokiai mokyklai skiriamų lėšų atiteks mokymo programų, kurios bus kaupiamos vis didėjančioje pasaulinėje jų bibliotekoje, kūrimui.

Švietimo inversija turi ir gerų, ir blogų savybių. Daug lengviau mokytis, bendraujant su geru mokytoju akis į akį, negu remiantis bet kokia programine įranga. Tačiau mokyklų pakeitimas mokymo programomis ir auditorijomis yra neišvengiamas, nesustabdomas, nori nenori vykstantis atsakas į Jungtinių Valstijų švietimo sistemos žlugimą. 1983 m. pasirodė Nacionalinės švietimo tobulumo komisijos (*The National Commission on Excellence in Education*) ataskaita „Šalis pavojuje" (*Nation at Risk*).

Jau visa amerikiečių karta žinojo, kad jų mokyklos žlunga, ir kad jai nepavyko šios problemos net sumažinti. Atvirai kalbant, šiandien mūsų mokyklos dar blogesnės, negu 1983 m. Mokymo programos ir auditorijos nėra geriausias sprendimas, tačiau artėja esminis pokytis – iš interneto imamos tėvų pasirinktos mokymo programos su vietinėmis auditorijomis; tai beveik neišvengiama.

Nė viena iš šiandieninių programinės įrangos sistemų mokymuisi internetu nėra adekvati. Reikia naujos programinės įrangos, kuri leistų lengvai pamatyti ir įvertinti kiekvieną mokymo programą kaip visumą, leistų mokymosi procesą valdyti, sklandžiai įtraukti kelias medijas ir mokinius į diskusiją visame internete kiekviena tema, o esant reikalui juos suvesti su mokytojais (žmonėmis). Naujoji programinė įranga taip pat turėtų palengvinti tėvams ir „orientuojantiems mokytojams" įvertinti kiekvieno vaiko pažangą. Tą nesunku padaryti, turint dabartinę technologiją – *jei* programinės įrangos kūrimo bus imtasi rimtai.

Bet kuris žmogus ar grupė gali siūlyti mokymo programą bet kuriame lygyje ir bet kuria tema. Įprastiniai vartotojų įvertinimo mechanizmai padės tėvams ir mokiniams pasirinkti. Valdžios organai ir privačios organizacijos peržiūrės mokymo programas, jas pakomentuos ir patvirtins ar atmes. Siūloma mokymo programa bus platinama internete. Kiekvienas turės teisę siūlyti savo paslaugas, tapti asmeniniu mokymo konsultantu.

Mokymo programos ir auditorijos turi daug problemų, bet kartu siūlo ir daug sprendimų. Jos atstovauja neišvengiamai švietimo krypčiai Jungtinėse Valstijose, ir ne dėl to, kad išsprendžia visas problemas, bet dėl to, kad dabartinė sistema yra intelektualiai subankrutavusi – ne tik šiandieninės mokyk-

los bei mokyklų rajonai, bet ir visa vyriausybės finansavimo sistema, vietinės mokyklų tarybos ir balsavimai dėl jų biudžeto, patvirtinti vadovėliai, visą šalį apimančios trumpalaikės švietimo mados ir t. t. Pribrendo laikas jų atsikratyti, išmesti į šiukšlyną. JAV mokyklos pasikeis iš esmės dėl to (ir tik dėl to), kad jos *privalo* taip pasikeisti. Po 10 metų perėjimas prie mokymo programų ir auditorijų bus jau kaip reikiant įsibėgėjęs.

# MOBILUSIS TELEFONAS

## KEITH DEVLIN

KEITAS DEVLINAS yra matematikas, Stanfordo universiteto Kalbos ir informacijos tyrimų centro vykdomasis direktorius ir knygos „Nebaigtas žaidimas: Paskalis, Ferma ir XVII amžiaus laiškas, kuris mūsų pasaulį padarė modernų" (*The Unfinished Game: Pascal, Fermat, and the Seventeenth-Century Letter That Made the World Modern*) autorius.

Tai sunkus klausimas. Ne dėl to, kad maža galimybių pasiekti didelę pažangą moksle, ir ne dėl to, kad visos *Edge* prognozės greičiausiai neišsipildys (istorija įrodo, kad kaip tik taip ir bus), o veikiau dėl to, kad Džonas Brokmanas iškėlė kartelę per daug aukštai, kalbėdamas apie tai, kas „pakeis viską", ir ko dar „tikiuosi sulaukti". Kontraceptinė piliulė „pakeitė viską" žmonėms, gyvenantiems tose pasaulio dalyse, kur jos prieinamos, o internetas „pakeitė viską" tiems, kurie prie jo prisijungę. Tačiau didelėse pasaulio dalyse tie pažangūs dalykai dar nepasirodė. Be to, daugeliui mokslo permainų reikia ištisos kartos amžiaus ar dar ilgesnio laiko, kad jos padarytų reikšmingą poveikį.

Bet jei jau manęs klausia, tai atsakysiu ir esu tikras, kad tas mano atsakymas išsipildys man dar tebesant gyvam (na, sakykim, per 30 metų). Iš kur toks mano tikėjimas? Svarbiausi mokslo ir technologijų žingsniai šia linkme jau žengti. Pateikdamas atsakymą, šiek tiek laikausi teisininkų strategijos ir naudojuosi *Edge* klausime minimų mokslo laimėjimų termino teikiamomis galimybėmis. Mokslo pažanga, ypač tokia, kuri keičia taisykles, kuriama ne tik laboratorijose. Ji turi rasti kelią į visuomenę kaip į visumą, ir tas perėjimas yra neatskiriama bet kokios mokslo pažangos dalis.

Istorija rodo, jog dažnai reikia šiek tiek laiko, kad mokslo ar technikos pažanga iš tikrųjų „pakeistų viską". Klasikiniai to pavyzdžiai – elektra, elektros lemputė, vidaus degimo variklis ir mikrobų ryšys su ligomis. (Žinoma, net ir jie vis dar nepaveikė visų mūsų planetos žmonių bent tiesiogiai, tačiau tikrai tik laiko klausimas, kada paveiks.) Tas technikos pasiekimas, į kurį sutelksiu savo dėmesį, yra paskutinis toje mokslo grandinėje, kuri mokslo rezultatus pritaiko kasdieniniam naudojimui.

Tad koks mano atsakymas? Jis žiūri mums tiesiai į veidą: tai mobilusis telefonas. Tvirtai tikiu, kad, man dar gyvam tebesant, beveik visi suaugę žmonės ir dauguma vaikų visame pasaulyje jį turės. (Nei rašiklis, nei rašomoji mašinėlė, nei automobilis net nepriartėjo prie tokio paplitimo lygio, kaip jis.) Mobilusis telefonas daro kiekvienam prieinamą globalinį ryšį, didžiulę skaičiavimo galią, priėjimą prie per daug šimtmečių sukaupto pasaulinio žinių lobyno.

Pasaulyje tokių sąlygų anksčiau dar niekada nebuvo. Tai iš tikrųjų pakeis viską nuo to, kaip gyvena individualūs žmonės, iki to, kaip turtas ir galia pasiskirstę pasaulyje. Tai labai demokratizuojanti techninė priemonė. O jei toks atsakymas atrodo ne toks radikaliai naujas ar patrauklus mokslo požiūriu, kaip daugelis kitų šioje knygoje aptarinėjamų idėjų, tas tik parodo, koks sukrečiamas yra šis pokytis, ir kaip jis jau spėjo visur įsiskverbti.

Kokį kitą daiktą paprastai visą laiką nešiojamės, juo naudojamės ir laikome jį savaime suprantamu dalyku? Tačiau kada gi įsigijote savo pirmąjį mobilųjį telefoną? Ar galite sugalvoti priežastį, kodėl bet kas kitas pasaulyje reaguotų kitaip, kai jiems tampa prieinama nauja technologija? Dabar įsivaizduokime jos poveikį kam nors toje pasaulio dalyje, kur dar nėra telefonų, kompiuterių, interneto prieigų ar net įprastos galimybės naudotis bibliotekomis. Leisiu jūsų atsakymams į šį klausimą patvirtinti mano teiginį, kad tai keičia žaidimą lig šiol dar neregėtu globaliniu mastu.

# ENERGIJA IR EKONOMIKA: KELIAS Į 1.0 CIVILIZACIJĄ

## MICHAEL SHERMER

MAIKLAS ŠERMERIS yra *Skeptic* žurnalo leidėjas, mėnesinis žurnalo *Scientific American* apžvalgininkas ir knygos „Rinkos intelektas: užjaučiančios beždžionės, konkurencingi žmonės ir kiti evoliucinės ekonomikos pasakojimai“ (*The Mind of the Market: Compassionate Apes, Competitive Humans, and other Tales from Evolutionary Economics*) autorius.

Šiais metais ekonominė ir aplinkos krizė pasiekė kulminacinį tašką. Jei kada nors reikėjo pažvelgti į praeitį savo ateičiai išgelbėti, tai dabar pats laikas tai daryti. O labiausiai reikia dviejų dalykų: 1) sustabdyti ekonomikos imploziją, traukimąsi į vidų, ir sudaryti sąlygas rinkoms vėl veikti laisvai ir sąžiningai; 2) nuo neatsinaujinančio iškastinio kuro, kaip svarbiausio mūsų energijos šaltinio, pereiti prie atsinaujinančiųjų energijos šaltinių, kurie leis klestėti ateityje. Jei nepasiseks atlikti tų pertvarkymų, tai būsime pasmerkti begalinėms gentinėms politinėms machinacijoms bei ekonominiams konfliktams, kamavusiems civilizaciją tūkstančius metų. Mums reikia pereiti prie 1.0 civilizacijos. Leiskite paaiškinti.

1964 m. straipsnyje apie nežemiškų civilizacijų iešką sovietinis astronomas Nikolajus Kardaševas (*Николай Кардашев*) pasiūlė naudoti radioteleskopus energijos signalams iš kitų saulių sistemų aptikti. Jose gali būti trijų išsivystymo tipų civilizacijos. I tipo gali pajungti visą savo planetos energiją, II tipo – visą savo saulės energiją, o III tipo gali įvaldyti visą savo galaktikos energiją.

Remdamasis tuometiniu mūsų energetikos efektyvumu, 1973 m. astronomas Karlas Saganas (*Carl Sagan*) apytikriai skaičiavo, kad Žemė toje 0–I tipo civilizacijų skalėje laikytina 0.7 tipo civilizacija. (Vėliau šis skaičius buvo patikslintas iki 0.72.) Kadangi N. Kardaševo skalė yra logaritminė, ir joje bet kokiam energijos suvartojimui padidinti reikalingas didžiulis energijos gamybos šuolis, tai, naudodami iškastinį kurą, 1.0 civilizacijos nepasieksime.

Gera pradžia reikėtų laikyti atsinaujinančiuosius energijos šaltinius – saulės, vėjo, geoterminės energijos. Kartu su branduoline energija (gal net su termobranduolinės sintezės energija vietoj dabar naudojamų branduolių skaldymo reaktorių) jie galėtų ilgainiui atvesti mus prie šio tikslo.

Esame jau netoli jo. Kaip tas dviveidis Janas, žvelgdami į praeitį, kad geriau matytume ateitį, greitai peržvelkime žmonijos istoriją, jos kelią 1.0 civilizacijos link.

**0.1 tipo civilizacija.** Tai nestabilios hominidų grupės, gyvenusios Afrikoje. Visa jų technika – tik primityvūs akmeniniai įrankiai. Grupė konfliktus sprendžia vadovaudamasi dominavimo hierarchija, grupių tarpusavio santykiuose paplitęs smurtas.

**0.2 tipo civilizacija.** Klajojančių medžiotojų-rinkėjų gaujos, sudarančios giminingas grupes su vyraujančia horizontalia politine sistema ir lygiavine ekonomika.

**0.3 tipo civilizacija.** Giminystės ryšiais susijusių individų gentys, gyvenančios sėsliau ir daugiau užsiimančios žemdirbyste. Atsiranda politinės hierarchijos užuomazgų ir paprastas ekonominis darbo pasidalijimas.

**0.4 tipo civilizacija.** Genčių sąjungos kaip atskiri hierarchiniai politiniai vienetai su vadovaujančiu vadu pačiame viršuje ir su reikšmingos ekonominės nelygybės bei darbo pasidalijimo užuomazgomis. Priklausantys žemesnei klasei aprūpina maistu ir kitais vartojimo produktais negaminančius aukštesnės klasės narius.

**0.5 tipo civilizacija.** Valstybė kaip politinė sąjunga, kurios jurisdikcija galioja gerai apibrėžtai teritorijai ir jos gyventojams. Turi merkantilinę ekonomiką, siekiančią teigiamo prekybos balanso konkurencinėje kovoje su kitomis šalimis, kurioje kiek vienas laimi, tiek kitas pralaimi.

**0.6 tipo civilizacija.** Imperijos primeta savo valdžią net toms tautoms, kurios kultūriniu, etniniu ar geografiniu atžvilgiu nepriklauso jų jurisdikcijai, turėdamos tikslą ekonomiškai dominuoti tarp konkuruojančių imperijų.

**0.7 tipo civilizacija.** Demokratijos, valdžią paskirstančios kelioms institucijoms; joms vadovauja išrinkti pareigūnai, už kuriuos balsavo dalis piliečių. Rinkos ekonomikos užuomazgos.

**0.8 tipo civilizacija.** Liberalios demokratijos, suteikiančios rinkimų teisę visiems piliečiams. Rinkos pradeda žaisti ekonominį žaidimą, kuriame laimi visi, vykdydamos laisvąją prekybą su kitomis šalimis.

**0.9 tipo civilizacija.** Demokratinis kapitalizmas, liberalios demokratijos ir laisvųjų rinkų susiliejimas, dabar plintantis visame pasaulyje per demokratinius judėjimus besivystančiose šalyse ir plataus masto prekybinius blokus, sakykim, Europos Sąjunga.

**1.0 tipo civilizacija.** Globalizmas, turint galimybę visame pasaulyje naudotis bevieliu internetu. Visos žinios skaitmenizuotos ir visiems prieinamos. Globalinė ekonomika su laisvosiomis rinkomis, kuriose kiekvienas gali prekiauti su kuo tik nori, nesikišant valstybėms ar vyriausybėms. Planeta, kurioje visos šalys yra demokratinės, ir kuriose visi jų piliečiai turi balsavimo teisę.

Iš šios praeities žvelgdami į ateitį, galime matyti, kad jėgos, galinčios sutrukdyti pasiekti 1.0 tipo civilizaciją, yra pirmiausia politinio ir ekonominio, o ne technologinio pobūdžio. Nedemokratinių valstybių pasipriešinimas valdžios perdavimui žmonėms yra didelis, ypač teokratinėse šalyse, kurių lyderiai norėtų, kad sugrįžtume į gentinę 0.4 tipo civilizacijos santvarką. Priešinimasis globalinei ekonomikai gan didelis net pramoniniuose Vakaruose, kur daugumos žmonių galvose tebevyrauja ekonominio tribalizmo idėjos.

Keičianti žaidimą mokslo idėja yra energetikos ir ekonomikos derinys. Tai atsinaujinančiųjų energijos šaltinių plėtojimas, kad jie būtų pigūs ir visiems prieinami bet kurioje mūsų planetos vietoje, leidžiant visiems tomis keičiančiomis žaidimą technologijomis mainytis su kuo tik nori. Tai pakeis viską.

# BABELIO BOKŠTO GRIOVIMAS

## DANIEL L. EVERETT

DANIELIS EVERETAS yra Ilinojaus valstybinio universiteto Kalbų, literatūros ir kultūros katedros vedėjas bei lingvistikos ir antropologijos profesorius ir knygos „Nemiegokite, nes čia yra gyvačių: gyvenimas ir kalba Amazonės džiunglėse“ (*Don't Sleep, There Are Snakes: Life and Language in the Amazon Jungle*) autorius.

„Iš tikrųjų turėtume tyrinėti ne sakinius ir ne kalbą, o žmones.“

– Victor Yngve

Bendravimas yra bendradarbiavimo pagrindas. Nors plačiam skirtingų kultūrų bendravimui reikia vertimo metodų, pranokstančių dabartinius mūsų gebėjimus, šios technologijos pamatai jau padėti, ir daugelis iš mūsų dar sulauks to meto, kai savo akimis regės revoliucinį automatinio vertimo perversmą, kuris pakeis viską viso pasaulio bendradarbiavime ir bendravime.

Šis tikslas buvo suformuluotas XX a. penktojo dešimtmečio pabaigoje Rokfelerio (*Rockefeller*) fondo mokslininko Voreno Vyverio (*Warren Weaver*) garsiajame memorandume. Jis deklaravo mašininio vertimo galimybę, o jos įgyvendinimo tikimybę siejo su keturiais dalykais, lig šiol tebevertinamais nevienareikšmiškai. Štai jo teiginiai: visos kalbos turi vieną bendrą logiką; labai tikėtina, kad yra kalbų universalijos; tiesioginį kontekstą įmanoma suprasti ir susieti su individualių sakinių vertimu; per Antrąjį pasaulinį karą sukurtus kriptografinius metodus galima taikyti vertimui iš vienos kalbos į kitą.

V. Vyverio siūlymai susilaukė finansinės paramos šeštojo dešimtmečio pradžioje, kai JAV kariškiai daug investavo į lingvistiką ir mašininį vertimą visoje Jungtinių Valstijų teritorijoje. Ypač buvo išskiriami tyrimai, kuriuos vykdė Viktoro Ingvės (*Victor Yngve*) vadovaujama grupė Masačusetso technologijos instituto Elektronikos tyrimų laboratorijoje. Į tą komandą buvo įtrauktas ir tada dar jaunas Noamas Čiomskis.

V. Ingvė, kaip ir V. Vyveris, norėjo prisidėti prie tarptautinio supratimo stiprinimo, naudodamas kompiuterinės lingvistikos metodus (tada tai buvo ką tik pradėta tirti sritis, kurią jis padėjo surasti) bendravimui, ypač mašininiam vertimui. Iš ankstyvųjų novatorių šioje srityje reikėtų paminėti ir Klodą Šenoną (*Claude Shannon*) iš *Bell Labs* laboratorijos bei Jošua Bar Hilelį (*Yehoshua Bar-Hillel*) – V. Ingvės pirmtaką Masačusetso technologijos institute, dirbusį ten iki sugrįžimo į Izraelį.

K. Šenonas, be abejo, sugalvojo informacijos kaip dalyko, kurį galima moksliškai tyrinėti, koncepciją, o J. Bar Hilelis buvo pirmasis žmogus, visą darbo laiką skyręs mašininiam vertimui. Jis pradėjo vykdyti programą, kurią Masačusetso technologijos institute iš jo paveldėjo V. Ingvė.

Tačiau dar ankstyvame šio projekto vykdymo etape iššūkį jam metė N. Čiomskio darbai toje pačioje V. Ingvės laboratorijoje. Pirmojo išvados apie skirtingus gramatinius tipus ir santykinę jų generavimo galią įtikino žmones, kad natūralių kalbų gramatikos mašininio vertimo pastangoms nepasiduoda tokiu pavidalu, kokiu jos tuo metu buvo praktikuojamos. Tai sulėtino tyrimus ir sumažino žavėjimąsi kompiuterija besiremiančiu vertimu.

Tačiau, kaip mums vėliau pavyko sužinoti, didžiausia problema, su kuria susidūrė mašininis vertimas, yra ne gramatikos formalizavimas pats savaime, o nė vieno iš visų žinomų formalizavimo būdų, įskaitant ir N. Čiomskio, nesugebėjimas integruoti kontekstą ir kultūrą (ypač semantiką ir pragmatiką) į versti tinkamą kalbos modelį. Be tokio integravimo mechaninis vertimas iš vienos kalbos į kitą yra neįmanomas.

Vis dėlto šiuo metu mechaninės procedūros, gebančios išversti daugumą tekstų iš bet kurios kalbos į tikslias idiomines natūralias kitos pasirinktos kalbos konstrukcijas, atrodo jau nebe tokios utopinės dėl didelio proveržio, kai buvo sukurtos net kelios mašininio vertimo programos (pavyzdžiui, *Carnegie Mellon* universiteto Kalbos technologijų instituto programa).

Manau, iki savo gyvenimo pabaigos dar sulauksime dirbtinio intelekto, žinių pateikimo, statistinės gramatikos teorijų ir dar tik atsirandančios kompiuterinės antropologijos (tai kultūros vertybių analizavimas ir modeliavimas, remiantis informatika) pasiekimų konvergencijos. Ji palengvins naujų mašininio vertimo formų, kurios priartėtų prie ankstyvųjų kompiuterijos pradininkų svajonių, kūrimą.

Koncepciniams proveržiams, kurie būtini universaliam mašininiam vertimui, reikės įnašų ir iš gramatikos – reikės kurti tokius modelius, kurie kalbą laikytų sutartinių ženklų komplektu (tai variantas idėjos, kad gramatikos statybiniai blokai yra ne taisyklės ar formalūs apribojimai, o sutartinės frazės bei žodžių formos, sujungiančios kultūros vertybes su gramatikos principais), o ne formalių savybių sąrašu. Tiems proveržiams reikės veikiau ieškoti įvairių kultūrų kalbos ir kultūros kodavimo skirtumų, o ne „universalios gramatikos“, sujungiančios visas kalbas.

Bent kai kuriuos iš tų žingsnių įsivaizduoti gan lengva.

Pirma, pasiūlome įprastą formatą, kaip užrašyti bet kokios kalbos statistiškai pagrįstą konstrukcinę gramatiką tokiu formatu, kuris parodytų gramatinių konstrukcijų, kultūros ir vietinio konteksto (kiti galimi žodžiai sakinyje ar kiti tikėtini sakiniai toje pastraipoje, kurioje ta konstrukcija yra) ryšius. Tas formatas gali būti toks paprastas, kaip kokia nors struktūrinė schema ar sąrašas.

Antra, sukuriame metodą kontekstui ir vertybėms užkoduoti. Pavyzdžiui, apibrėžiame, kokios yra vertybės, susijusios su žodžiais; kokios yra vertybės, susijusios su kai kuriomis idiomomis; kokios yra vertybės, susijusios su tais būdais, kuriais idėjos yra išreikštos. Pastarąjį dalyką, sakykim, galima matyti sakinių sudėtingumo sąvokoje, kaip kad (be kitų) Amazonės baseino *piraha* genties įprotyje atmesti pasikartojančias sintaksės struktūras, nes jos pažeidžia informacijos tempo ir naujos informacijos santykio su senąja informacija principus posakiuose, kurie *piraha* kultūroje yra labai svarbūs.

Trečia, sudarome kultūros vertybių bei plačiausiai paplitusių kontekstų sąrašus ir nustatome, kaip jie siejasi su individualiomis konstrukcijomis. Šios procedūros automatizavimas, siekiant atskleisti ar išvardyti tuos ryšius, pirmine automatinio vertimo prasme atves prie slenksčio.

Informacija ir jos mainai sudaro žmonių kultūrų sielą. Tik pabandykite įsivaizduoti, kaip galbūt pasikeis tai, kaip suvokiame „kitus“, jei sugebėsime

išspausdinti pasakojimą ir jį automatiškai su idiomomis išversti 100 % tikslumu į bet kokią kalbą, kurios konstrukcijų gramatiką turime. Įsivaizduokime, kad kalbame į mikrofoną, o žodžiai iš jo išeina tos auditorijos kalba natūraliai ir suprantamai. Įsivaizduokime, kad galime klausyti paskaitų bet kokia kalba, skaitomų bet kuriame pasaulio universitete, internetu ar asmeniškai, prieš tai neišmokę kalbos, kuria jos skaitomos.

Visa tai tam tikru mastu visada liks nepasiekiami tikslai. Pavyzdžiui, mažai tikėtina, kad visos gramatikos ir visos kultūros apskritai yra pajėgios išreikšti viską, kas yra kitose kalbose. Tačiau mes kuriame priemones, kurios labai sumažins spragų ir padės nuspręsti, kur ir kaip įmanoma perteikti konkrečias idėjas kitoms kultūroms. Mašininio vertimo sėkmė gal ir nepanaikins visų pasaulio socialinių, kultūrinių ar politinių įtampų, tačiau tikrai nepakenks.

Sunku sugalvoti didesnį indėlį į viso pasaulio bendradarbiavimą už pažangą universalaus bendravimo srityje, leidžiančią visiems komunikuoti beveik su visais. Babelis reiškia „dievo vartus“. Biblijoje tai pasakojimas apie konkurencijos ir įtarumo pasaulio kilmę. Kai žmonės, visuotinai bendradarbiaudami (tai įgalino visuotinis bendravimas), priartėjo prie dieviškosios galios, buvo įvesta kalbų įvairovė mūsų vienybei sunaikinti ir mūsų potencialui sumažinti.

Tačiau ateina automatizuoto, beveik universalaus vertimo laikai. Ir toks vertimas pakeis viską.

# NESAVANAUDIŠKŲ BŪTYBIŲ SIELOS KELIONĖ

## THOMAS METZINGER

TOMAS MECINGERIS yra Johano Gutenbergo universiteto *Maince* filosofijos profesorius ir knygos „Ego tunelis: mokslas apie protą ir mitas apie savąjį aš“ (*The Ego Tunnel: The Science of the Mind and the Myth of the Self*) autorius.

Džonas Brokmanas nurodo, kad naujoji technologija lemia ne tik naujus savęs suvokimo būdus, bet ir procesą, kurį jis vadina savęs perkūrimu. Ar tai gali pasitvirtinti dar gilesniu ir radikalesniu už genų inžineriją būdu? Atsakymas: taip.

Visiškai tikėtina, kad ateis diena, kai galėsime valdyti savo pačių kūnų modelius tiesiogiai savo smegenimis. 2007 m. aš pirmą kartą pats valdžiau kompiuteriu sukurtą viso savo kūno modelį. Tai vyko virtualiosios tikrovės laboratorijoje, kur fizinius mano judesius filmavo aštuoniolika kamerų, priimančių signalus iš prie mano kūno pritvirtintų daviklių.

Pastaruosius pora metų tyrinėtojų grupės Šveicarijoje, Anglijoje, Vokietijoje ir Švedijoje parodė, kaip pasyvios būsenos žmonės sugeba sąmoningai *susitapatinti* su savų kompiuterio sukurtų virtualiųjų kūnų turiniais, fenomeninę savojo *aš* prasmę visiškai perkeldami į dirbtinius vizualius savo kūnų modelius.

2008 m. matėme, kaip kitame eksperimente beždžionė bėgtakyje galėjo valdyti realiu laiku humanoidinio roboto vaikščiojimo būdą smegenų ir maši-

nos sąsaja, tiesiogiai implantuota į tos beždžionės smegenis. Tas sinchronizuotas robotas buvo Japonijoje, o vargšelė beždžionė už tūkstančių mylių, Jungtinėse Valstijose. Net po to, kai jis liovėsi vaikščioti, beždžionė galėjo palaikyti sinchronizuoto roboto judėjimą dar kelias minutes, pasinaudodama vien tik vizualiu grįžtamuoju ryšiu, perduodamu iš Japonijos, ir dar savo pačios „mintimis“ (nesvarbu, kokios jos ten buvo).

Dabar įsivaizduokime du tolesnius žingsnius.

Pirma, mums pavyksta selektyviai užblokuoti plačiajuostę „interocepcinę“ įvestį į žmogaus savo modelį – į visas nuojautas ir nesiliaujantį vidinių kūno suvokimų srautą, kuris sąmonės *aš* įtvirtina fiziniame kūne. Galų gale jau turime selekcinį motorinį dirbtinio kūno modelio valdymą ir tvirtą fenomeninį savęs identifikavimą lytėjimo ir regos pojūčiais. Blokuodami kūno vidinį savęs suvokimą, galėtume nutraukti nuolatinį priežastinį ryšį su fiziniu kūnu.

Antra, kuriame turtingesnius ir sudėtingesnius įsikūnijimus, virtualiuosius agentus, mėgdžiojančius ne tik propriocepcinį grįžtamąjį ryšį, sukuriamą ne tik tą situaciją atitinkančio judėjimo, bet ir kai kurių vykstančio globalinio valdymo abstrakčių aspektų – naujų priemonių, kaip kad jas pavadintų Dž. Brokmanas. Tada staiga atsitinka taip, kad funkcinis pagrindinis procesas, pradedantis sudėtingą valdymo kilpą, sujungiančią fizinį ir virtualųjį kūnus, iš biologinių smegenų peršoka į įsikūnijimo smegenis.

Nemanau, kad tai įvyks jau rytoj. Nemanau ir kad tai pakeis viską. Tačiau pakeis daug ką.

# VIDUS IŠORĖJE: VISKO GNOSEOLOGIJA

## TOR NØRRETRANDERS

TORAS NIORETRANDERSAS rašo knygas ir skaito mokslo populiarinimo paskaitas. Jis yra knygos „Dosnus žmogus: kaip padėjimas kitiems yra maloniausias iš visų dalykas“ (*The Generous Man: How Helping Others Is the Sexiest Thing You Can Do*) autorius.

Suvokimas, kad išorinis pasaulis iš tikrųjų yra mūsų viduje, o vidinis pasaulis iš tikrųjų yra mūsų išorėje, pakeis viską ir viduje, ir išorėje. Kodėl? „Išorėje jokios *išorės* nėra“, – sakė fizikas Džonas Vyleris (*John Wheeler*), mėgindamas paaiškinti kvantinę fiziką. Mes žinome tik tiek, kaip esame susiję, santykiaujame su pasauliu. Tiesą sakant, nežinome, koks pasaulis *iš tikrųjų* yra be sąryšio su mumis. Kai atrodo, jog patiriame išorinį pasaulį, esantį išorėje ir nepriklausantį nuo mūsų, tai iš tikrųjų yra tik mūsų vaizdinys.

Modernioji neurobiologija jau priėjo prie tiksliai tokios pačios išvados. Regimasis pasaulis – tai, ką regime – yra tik iliuzija, nors ir labai sudėtinga. „Tikrame“ pasaulyje nėra nei spalvų, nei tonų, nei pastovumo; visa tai sukuriame patys. Tam turime svarių priežasčių, tai mums labai padeda išlikti. Spalvos, tonai ir pastovumas išreiškia, kaip santykiaujame su pasauliu.

Gnoseologinės pamokos iš kvantinės mechanikos sujungimas su gnoseologine pamoka iš neurobiologijos rodo labai paprastą faktą: tai, ką suvokiame esant išorėje, yra tik įsivaizduojama aiški ir paprasta projekcija to, ką turime savo viduje. Tą projekciją sukuriame sąveikaudami su kažkuo, kas yra ne mūsų viduje, bet viskas, ką patiriame, yra mūsų viduje.

Ar ta patirtis nėra tikra? Ji įkūnija santykį, kuris labai realus. Fizikas Deividas Merminas (*N. David Mermin*) tvirtino, kad esame susiję, tik nežinome su kuo, ir ar tai, su kuo esame susiję, apskritai egzistuoja. Tai kvantinės mechanikos pradininko Nilso Boro (*Niels Bohr*) požiūrio, kad „fizika nagrinėja ne gamtą, o tik tai, ką galime pasakyti apie gamtą", šiuolaikinė formuluotė.

Tai kas gi tada yra tikra? Mūsų, žmonių, viduje yra daug su santykiais susijusių emocijų. Kitų žmonių ir viso pasaulio atžvilgiu jaučiame meilės, pagarbos, šilumos, nepaprasto prisirišimo, priklausymo ar atstūmimo jausmus. Mes palaikome santykius, ir tai sukelia gilias emocines būsenas. Jos yra nuoširdžios ir tikros. Būdamos mūsų kūno viduje, tos būsenos yra suvokiamos ne kaip išorinio pasaulio „tikros būsenos", o veikiau kaip kažkokie mūsų viduje esantys atmosferos reiškiniai.

Tai kelia paprastą klausimą: iš kurgi atsiranda tos vidinės būsenos? Mes sukuriame jas, ar jos sukuria mus? Meilė buvo ir iki mūsų (dauguma esame meilės akto padariniai). Draugystė, šeimos ryšiai, neapykanta, pyktis, pasitikėjimas, nepasitikėjimas – visa tai gyvavo ir iki bet kurio individo. Tai pirminiai dalykai. *Ego* iliuziją paneigia faktas, kad jie buvo ir iki to momento, kai *ego* sąmoningai nusprendė mylėti ar nekęsti, rūpintis ar nesirūpinti. Vidinės būsenos ankstesnės už sąmoningą *ego*. Jos ankstesnės už kūnišką individą.

Emocinės būsenos mūsų viduje labai tikros, jos yra biologinės evoliucijos produktas. Jos padeda mums išgyventi. Eksperimentinė ekonomika ir elgsenos mokslai pastaruoju metu parodė, kokios jos svarbios kaip socialiniai veiksniai. Juk, norėdami bendradarbiauti, turime pasitikėti kita puse, net jei racionali analizė sakytų, kad tikimybė būti apgautam ir to kaina gali būti labai didelės.

Pasitikėdami patiriame vidinį malonumą, kuris pasireiškia ir fiziologiškai. Vidinė emocinė būsena pasisako už. Tačiau jei racionaliai apsvarstysime padėtį išoriniame pasaulyje, kitus dalyvius, jų kompromisus ir motyvus, tai turėsime nuspręsti su jais nebendradarbiauti. Išorinio pasaulio analizavimas jus verčia pasisakyti prieš. Žmonių bendradarbiavimas priklauso nuo to, kiek svarbiu laikysime tai, ką patiriame kaip savo vidinį pasaulį, palyginti su tuo, ką patiriame kaip išorinį pasaulį.

Tradiciškai mokslo kultūra vidinių būsenų svarbą neigė. Dabar jos darosi vis svarbesnės, norint suprasti žmones, ir labai aktualios, kai norime kurti mus mėgdžiojančius artefaktus.

Greitai kursime ne tik dirbtinį intelektą, bet ir dirbtinę valią – sistemas, gebančias vidinius sprendimus ir vertybes paversti išoriniais pokyčiais. Jos gebės nuspręsti, ar nori pakeisti pasaulį. Šitaip vidinis planas taps išorės veiksmais. Todėl reikės žinoti, kas yra viduje ir kas išorėje.

Kurdami tokias mašinas, išmoksime to, kas pakeis viską. Suvokimas yra klaidingas vidinio pasaulio laikymas išoriniu pasauliu. Mūsų viduje esančios emocijos yra evoliucijos tikrovė. Dalykai, kuriuos matome ir girdime išorėje, yra tik elegantiški būdai įsivaizduoti tai, kas gali paaiškinti mūsų emocijas, mūsų santykius. Juk girdime ne kurkimą, o varlę. Kai suprantame, jog vidinės emocinės būsenos tikresnės už tai, ką patiriame kaip išorinį pasaulį, bendradarbiauti darosi lengviau. Nesveikos racionalaus valdymo manijos laikai tada pasibaigs.

Realiai keičiasi tai, kaip žiūrime į daiktus, kaip juos patiriame. Kad kas nors keistųsi išorėje, turi viskas pasikeisti viduje. Tai gnoseologinė padėtis. Apie tai kalbėjo visos dvasinės tradicijos, tačiau dabar tai kyla ir iš kvantinės fizikos gnoseologijos, neurobiologijos ir robotų kūrimo.

Mes sėdėsime ten, kurdami tuos robotus su dirbtine valia. Ir staiga prapliupsime juoktis. Juk *išorė* yra ne išorėje, ji yra viduje. *Vidus* yra ne viduje, jis yra išorėje. Išorė yra viduje. O kas yra išorėje?

Tas juokas ir pakeis viską.

# PAČIŲ KEIČIANČIŲJŲ POKYČIAI

## A. GARRETT LISI

GARETAS LIZIS yra nepriklausomas fizikas teoretikas ir straipsnio „Itin paprasta visko teorija“ (*An Exceptionally Simple Theory of Everything*) autorius.

Žmonėms būdingas nepaprastai lankstus savęs suvokimas. Jei užsidėsime akinius, rodančius kito žmogaus požiūrį, su grįžtamuoju ryšiu ir galimybe valdyti, tai save suvoksime kaip tą kitą žmogų. Kai naudojame paprastas ar sudėtingas priemones, jos greitai tampa mūsų kūno ir proto plėtiniais. Tas lankstumas ir nepailstantis siekimas mokytis, išradinėti, pramogauti ir ieškoti naujų nuotykių ateityje mus nuves tais keliais, kurie ryškiai pakeis žmonių patirtį ir net pačią mūsų prigimtį.

Kadangi prisitaikome taip greitai, atrodys, jog tie pokyčiai vyksta laipsniškai. Per ateinančius trejus metus diskai su kietojo kūno atmintimi (*solid-state memory*) pakeis kietuosius diskus (*hard drive)*, ir taip bus pašalinta mechaninė kliūtis labai sumažinti kompiuterinę įrangą. Tolesnės pažangos kliūtimi išliks baterijų dydis, bet ir jis gerės kartu su padidėjusiu elektronikos efektyvumu, tada gyvensime nuolatinėje kompiuterių apsuptyje.

Privatumas išnyks. Žmonės įrašinės savo suvokimus ir jais dalysis su visu pasauliu, o pasaulis dalysis su jais savo patirtimi. Kiekviena fizinė vieta bus susieta su informacija apie ją. Gyventi dideliuose miestuose taps maloniau, nes vidaus degimo variklius pakeis tylūs elektra varomi automobiliai, oro neter-

šiantys nuodingais dūmais. Būsime įtraukti į vis labiau plėtojamus pokalbius socialiniuose tinkluose.

Paprastas encefalogramas pakeis magnetoencefalografija ir funkcinė magnetinio rezonanso tomoskopija, papildyta galinga kompiuterija. Tai leis atpažinti aktyvius mąstymo modelius ir juos paversti tinkamais perduoti žodžiais, vaizdais ir veiksmais. Mūsų mintys galės pasiekti draugus ir šeimos narius, kurie to norės, bei visą mūsų išorinį ir vidinį pasaulį. Tas padidėjimas pakeis tai, ką reiškia būti žmogumi. Daugelis žmonių nuo savo kūniškos egzistencijos pereis į virtualiuosius pasaulius, kuriuos jie pripildys prasmės – daugiau laiko skirs mokslui, virtualiesiems dalykams, bendravimui ar tiesiog žaidimams. Mes, žmonės, ir kitus stengsimės padaryti tokiais, kaip mes.

Atsiras sintetinis intelektas, bet tai vyks pamažu ir ne taip, kaip daugelis tikėjosi, todėl jie jo nepripažins. Žmonės yra įpratę manyti, jog tai, kad kompiuteriai išmoko žaisti šachmatais, atpažinti balsą ir vairuoti automobilį, reiškia dirbtinio intelekto atėjimą. Tačiau tie etapiniai rezultatai buvo pasiekti, ir dabar juos laikome veikiau brutalios kompiuterinės jėgos bei išmaningo kodavimo rezultatu, negu sintetinio intelekto avangardu.

Kaip tik šiuo metu kompiuteriai jau pradeda žaisti go žaidimą *dano* lygiu, o netrukus pralenks pačius geriausius žaidėjus žmones. Jie išlaikys Tiuringo testą. Tačiau šis sintetinis intelektas, nors ir plačiai taikytinas, yra nežmogiškas ir svetimas, daugelis jį laikys tik sudėtingų skaičiavimų ir gero programavimo priemone.

Įdomesnis sintetinio intelekto atsiradimo ženklas bus gautas tada, kai kompiuteriai išlaikys visiškai automatinį viešą Tiuringo testą kompiuteriams atskirti nuo žmonių bei atvirkštinį Tiuringo testą visai nedalyvaujant žmonėms. Kompiuteriams tai sukels skanaus juoko. Jei tik tai neįvyks anksčiau, tai toks dirbtinio intelekto lygis bus pasiektas tada, kai kompiuteriai pasieks tokį pajėgumą, kad galės realiu laiku modeliuoti žmogaus smegenų veiklą. Netrukus po to jau nebeteksime žaidimo keitėjų vaidmens. Tačiau iki to laiko žmones galbūt jau bus smarkiai pakeitusios tiesioginės biologinės manipuliacijos.

Labiausiai žmonių būtį pakeisiantys pokyčiai, kurių tikiuosi, prasidės įsikišus į biologiją: kuriant audinius, tikslingai modifikuojant genomus ir vykstant kitokiai biologijos pažangai. Žmonės yra atsitiktinai, kaip pakliuvo, surinktos biologinės mašinos. Mūsų DNR išspausdinta ne rašomosiomis mašinėlėmis. Tai padarė beždžionės viena su kita per milijonus metų.

Įsivaizduokite, kaip greitai gyvybė keistųsi, jei DNR ir biochemija būtų keičiami tikslingai. Nanotechnologija jau egzistuoja – tai mechanizmai mūsų pačių ląstelių viduje. Kaip tik šiuo metu perprantame, kaip jie veikia ir kaip juos valdyti. Vaistai ligoniams bus pritaikomi individualiai pagal asmeninius jų genomus. Jau rengiamės kurti ir auginti organizmus, tinkančius mūsų tikslams. Tie organizmai suriš anglies dioksidą, apdoros žaliavas, o galiausiai ir taisys ar net visai pakeis mūsų pačių kūnus.

Gal aš to ir nebesulauksiu, bet žaidimą labiausiai pakeis galutinė kompiuterijos ir biologijos sintezė. Biotechnologija galų gale leis mūsų smegenis nuskenuoti tokiu lygiu, kuris bus pakankamas atminčiai išsaugoti ir sąmonei reprodukuoti, ją perkėlus į veiksmingesnį kompiuterinį substratą. Tai darant, intelektą bus galima nukopijuoti ir panorėjus perkelti į sukurtas biologines formas bei sujungti su somatiniais jų vairavimo mechanizmais.

Pradėsime kurti savo pačių šakas, vienu metu keliauti keliais skirtingais keliais, ieškodami nuotykių, pramogų ar tiesiog kad taip patinka. Gyvenimas tikrame pasaulyje teikia be galo daug patirčių, ir į virtualiuosius pasaulius įkelti intelektai atsidurs išorėje, kur galės skraidyti kaip sakalai, bėgioti kaip gepardai, mylėti, žaisti ar tiesiog alsuoti antžmogiška sąmone be jokio vėlavimo ir su begaliniu juostos pločiu. Žmonės džiaugsis gamta visais įmanomais jos pavidalais. O aš mėgausiuos jėgos aitvarų ir banglenčių sportu.

Matote, tas jėgos aitvarų sportas yra pašėlusiai smagus dalykas, o patys aitvarai – tai buriavimo ateitis. Nors šiai sporto šakai dar tik keleri metai, o aitvarai dar netobuli, šios sporto šakos entuziastai ką tik pasiekė buriavimo greičio pasaulio rekordą, viršiję 50 mazgų greitį. Daugelis buriavimo sporto mėgėjų permainoms priešinasi ir stengiasi šį rekordą užginčyti, tačiau aitvarai iš tikrųjų yra efektyvus galios šaltinis, tad, šiai technologijai tobulėjant, jais pasiekiamas greitis ir atotrūkis nuo kitų buriavimo būdų tik didės. Jėgos aitvarai meta iššūkį dinamiškam galingų gamtos jėgų balansui. Lakioti jais yra nuostabu, o dar daugiau smagumo prideda bangos.

Visi tie numatomi pokyčiai yra dabartinių mokslo ir technologijos užuomazgų ekstrapoliacijos. Tačiau didžiausių staigmenų reikia laukti iš to, ko neįmanoma ekstrapoliuoti. Sunku pasakyti, kiek iš tų pokyčių įvyks mums dar gyviems tebesant, nes laikas yra kintamas dydis, ir neaišku, kiekgi išgyvensime.

Neįtikėtinai tragiška ir kartu fantastiškai optimistiška tai, kad mūsų karta yra galbūt paskutinė, kuri mirs nuo senatvės. Jei pailginti savo amžiaus nepavyktų, yra kita laikina priemonė – krionika. Tai Paskalio dilema (*Pascal's wager*) singuliariečiams (*Singularitarians*), kurie mieliau rinktųsi neaiškią ateitį, negu garantuotą jos nebuvimą. O jei šios mano prognozės klaidingos, tai mirtis pasirūpins, kad niekada to nesužinočiau.

# NEUROKOSMETIKA

## MARCEL KINSBOURNE

MARSELIS KINSBURNAS yra neurologas ir *The New School* universiteto Niujorke kognityvinių neuromokslų specialistas bei knygos „Vaikų mokymosi ir dėmesio problemos“ (*Children's Learning and Attention Problems*) autorius kartu su Paula Kaplan (*Paula J. Caplan*).

„Jei būtų įmanoma išsivaduoti iš neigiamų emocijų nekeliančiu pavojaus būdu implantuojant elektrodą, nepažeidžiant intelekto ir kritinio mąstymo, tai aš pats pirmas tą pasidaryčiau.“

– Iš Dalai Lamos kalbos „Apie meditacijos neuromokslą“ (*On the Neuroscience of Meditation*) Neuromokslų draugijos metiniame 2005 m. susirinkime.

Mokslą ir technologiją naujovės ir toliau labai keis. Tačiau tuos pokyčius patiria smegenys, tai tik jų pačių pokyčiai gali pakeisti viską.

Mėginimai keisti žmogaus smegenis – ne naujiena, kai reikia kovoti su psichopatologijomis. Tačiau ar įprastiniai agentai – psichoaktyvūs vaistai, psichochirurgija, elektrošokas ar netgi tai, ką valgome, geriame ir rūkome – gali sukelti pokyčių normaliai veikiančiose smegenyse (tai yra nepakenkti joms), nėra žinoma, tačiau naujas gilaus smegenų stimuliavimo metodas, kai į smegenis įvedami elektrodai stimuliuoti tiksliai nustatytas smegenų vietas, jau naudojamas kai kuriems smegenų sutrikimams, tarp jų ir Parkinsono ligai bei obsesiniam-kompulsiniam sutrikimui koreguoti.

Pasirinktus simptomus dažnai pavyksta susilpninti, tačiau asmenybę gali gerokai paveikti, nors anksčiau ji nebuvo nenormali. Visą gyvenimą niūrios nuotaikos kamuojamas ligonis gali ne tik atsikratyti įkyrių minčių, bet ir pa-

tirti nuotaikos pagerėjimą iš karto, kai tik bus įjungta elektros srovė, ir sugrįžti į savo įprastinę prislėgtą būseną tą akimirką, kai tik srovė bus išjungta. Pusiau tuščia stiklinė laikinai tampa pusiau pilna. Atrodo, smegenys ne visai laikosi mūsų sutartinės ribos tarp to, kas normalu ir kas jau ne.

Tiesioginis stimuliavimo efektas pribloškia. Darome prielaidą, kad mūsų maloniai sudėtingą protą ir smegenis formuoja daugybė dinaminių ir aplinkos veiksnių. Tačiau dvyniai, auginti labai skirtingose socialinėse ir ekonominėse aplinkose, buvo įspūdingai panašūs savo nuotaikomis ir gerovės suvokimu.

Atrodo, genetinių veiksnių nulemti smegenų organizavimo tipai užduoda emocinį toną, o patirtis jį tik moduliuoja, nukreipia teigiama ar neigiama kryptimi. Stimuliavimas ar nervų perdavimo proceso nutraukimas konkrečiame nervų kelyje ar kilpoje gali pakeisti emocinį toną, pastumti į šalį ankstesnės patirties, stresų ar nelaimių sudėtingumus ir leidžia asmenybei išsilaisvinti.

Ši procedūra išlaisvina potencialias galimybes, apie kurių buvimą anksčiau net neįtarta. Žmogaus smegenys garsėja plastiškumu. Svarbiausių elektros schemų pareguliavimas greičiausiai nuvilnija per nervinį smegenų tinklą ir jis pereina į kitokią būseną. Dar reikės nuodugniai išnagrinėti filosofines pasekmes, tačiau sunku įsivaizduoti labiau neabejotiną psichoneuralinio tapatumo teorijos (teigiančios smegenų ir proto tapatumą, skirtingus to paties dalyko aspektus) patvirtinimą.

Žinoma, gilus smegenų stimuliavimas šiuo metu nėra taikomas tam, kad sveiki žmonės taptų atidesni, malonesni, švelnesni, taktiškesni. Be potencialiai neigiamų neurochirurginių šalutinių poveikių, yra ir etinių sumetimų, draudžiančių naudoti gilų stimuliavimą smegenims, kurios laikomos normaliomis. Tačiau istorija moko dviejų dalykų: laikui bėgant, kiekviena technologija yra linkusi tapti tikslesnė, veiksmingesnė ir saugesnė; viskas, kas gali būti padaryta, galiausiai ir bus padaryta, nepaisant visų filosofinių ir etinių aplinkybių.

Pamokomas plastinės chirurgijos pavyzdys. Iš pradžių ji buvo tik rekonstrukcinė, tačiau dabar vis didesniu mastu naudojama kosmetiniams tikslams. Tokį pat likimą numatau ir giliam smegenų stimuliavimui. Kosmetinė chirurgija daro žmones patrauklesnius. Žmonėms išvaizda yra labai svarbi. Mums, hipersocializuotai biologinei rūšiai, asmeninis patrauklumas atidaro tas duris, kurių nepajėgia atidaryti vien tik kompetencija ir intelektas.

Be jokios abejonės, kosmetinė chirurgija pagerina gyvenimo kokybę, tai

kaip galima neleisti ja naudotis kiekvienam, kas tik panorės? Tačiau iš esmės ji yra apgaulinga; veidas po operacijos iš tikrųjų nebėra to žmogaus veidas, kūnas po operacijos iš tikrųjų nebėra to žmogaus kūnas. Bet patirtis rodo, kad tos abejonės dėl autentiškumo – tik teorinės.

Kosmetiškai pakoreguota nosis, krūtinė, klubai ar odos atspalvis tampa naująja to žmogaus realybe be reikšmingesnės neigiamos socialinės reakcijos. Dabar jau įmanoma transplantuoti net veidą. Iš veido labai daug sužinome apie žmogų, bet kas tada, jei to žmogaus veidas „netikras“? Ar kam nors rūpi, kaip tas žmogus atrodė anksčiau, gal niekas to net nebeprisimena. Tas pat pasakytina ir dėl neurokosmetikos.

Bet ar smegenų koregavimas kelia ne didesnį nerimą už kieno nors kūno pakoregavimą pagal kieno nors skonį? Tikrai kelia. Tačiau pastaruoju metu proto ir kūno skirtumas tapo nebe toks ryškus. Kaupiasi įrodymai apie pažinimo ir emocijų įsikūnijimą, ir tarp šių dviejų sričių yra bent jau įtakingas grįžtamasis ryšys. Samprotavimai, kuriuos iškels kosmetinis gilus smegenų stimuliavimas, mažesniu mastu jau keliami ir kosmetinėje chirurgijoje.

Atrodo, gilus smegenų stimuliavimas nedidina intelekto, tačiau intelektas nėra tiesiausias kelias į sėkmę. Svarbiausias dalykas yra „socialinis intelektas“, o jis yra šalutinis asmenybės produktas. Man dar gyvam tebesant, gilus smegenų stimuliavimas vienokiu ar kitokiu pavidalu bus naudojamas modifikuoti asmenybei, siekiant pagerinti profesines ir socialines galimybes. Etikos specialistai dėl to apgailestaus; taip ir turėtų daryti. Tačiau tai vyks ir lig šiol neįsivaizduotais būdais pakeis tai, kaip žmonės patiria pasaulį ir kaip palaiko santykius vieni su kitais.

Pagalvokime apie „ginklavimosi varžybas“ draugiškumo srityje, varžybas, besiremiančias ne tikrųjų jausmų slėpimu, o jausmais, išugdytais taip, kad jie taptų tikri. Pagalvokime apie homogenizuoto geranoriškumo visuomenę; jos piliečiai reguliariai lankosi pas gilaus smegenų stimuliavimo paslaugos tiekėją, kuris reklamuojasi kaip geriausias elektrodų įvedimo į smegenis specialistas. Tokioje visuomenėje yra galimybė asmenybę įjungti, o kai nusibos – išjungti.

Dr. Akumbensas ir p. Insula yra straipsnelio autoriaus prasimanyti personažai, simbolizuojantys dvi galvos smegenų sritis: požievinį smegenų branduolį (*nucleus accumbens*) ir salą (*insula*). Pirmoji laikoma motyvacijos, malonumų, priklausomybių centru, antroji – skonio centru. Galima sekti mados

tendencijas asmenybės srityje. Galima kurti koordinuojančias asmenybes specialiems įvykiams. Joje bus vietos ir reikalaujančioms daug dėmesio asmenybėms, tarkim, vartojančioms narkotikus (pavyzdžiui, kokainą), ar turinčioms psichopatologinių sutrikimų (sakykim, sergančioms hipomanija). Kad ir kaip ten būtų, naudojantys gilų smegenų stimuliavimą gyvenimą patirs visai kitaip. Štai kur galės pasireikšti dar daugiau etikos specialistų ir filosofų!

Apie save manome, kad turime tvarius protus stabiliuose kūnuose. Tačiau paaiškės, kad šis suteikiantis pasitikėjimo savęs traktavimas yra tik dar vienas iš mūsų labai žmogiškų egocentrinių paklydimų. Ar mes, griežtai kalbant, turime stabilias tapatybes? Kai paaiškės, jog tai, kaip suvokiame šį pasaulį ir save pačius, priklauso nuo elektros srovės užgaidų, mūsų fantazijos apie pastovumą nusileis trapių ir laikinų tapatybių tikrovei.

# NEUROFENOMIKA + TIKSLINIS STIMULIAVIMAS = PSICHOLOGINĖ OPTIMIZACIJA?

## BRIAN KNUTSON

BRAJANAS KNUTSONAS yra Stanfordo universiteto psichologijos ir neuromokslų docentas.

Madinga frazė „žaidimo keitimas“ gali reikšti ne tik žaidimo laimėjimą (paprastai su radikaliu pasikeitimu), bet ir žaidimo taisyklių pakeitimą. Jei galėtume pakeisti proto taisykles, tai pakeistume savąjį pasaulio suvokimą, o tai pakeistų viską (bent jau žmonėms).

Darant prielaidą, kad smegenys yra proto organas, kokios yra smegenų taisyklės ir kaip galėtume peržengti jų ribas? Technologijos pasiekimai, neurofenomiką sujungiantys su tiksliniu stimuliavimu, atsakymus į tuos klausimus duos kitą šimtmetį. Priešingai nei genomika, fenomika (fenotipų – įmanomų stebėti organizmų charakteristikų – tyrimas) susilaukė mažiau kalbų (ir finansų). Tačiau fenomika yra loginis galutinis genomikos taškas (ir potenciali kliūtis klinikiniams pritaikymams). Fenomika tradiciškai daugiausia dėmesio skyrė plačiai individualių charakteristikų skalei (įskaitant morfologiją, bioche-

miją, fiziologiją ir elgesį). Tačiau „neurofenomika“ gali konkrečiau sutelkti dėmesį į tuos smegenų veiklos modelius, kurie kuria elgesį.

Smegenų vaizdavimo metodų pažanga per porą pastarųjų dešimtmečių dabar jau leidžia mokslininkams labai tiksliai vizualizuoti giliai esančių smegenų regionų veiklos pokyčius: erdvinė skiriamoji geba mažesnė už vieną milimetrą, skiriamoji laiko geba mažesnė už vieną sekundę.

Tie technologiniai proveržiai sukėlė tarpdisciplininį revoliucinį perversmą, kurio kulminacija taps „neurofenomo“ kartografavimas. Neurofenomą sudarantys neuraliniai veiklos modeliai gali turėti genetinį ir epigenetinį pagrindą, bet taip pat gali ir dinamiškai reaguoti į aplinkos netikėtumus. Neurofenomą reikėtų glaudžiau nei elgesį susieti su genomu; geriausiu atveju jis galėtų paaiškinti, kodėl genų ir elgsenų grupės yra linkusios keliauti kartu.

Nors neurofenomo kartografavimas gali atrodyti kaip beviltiškai sudėtingas mokslo iššūkis, naujausi tyrimai pradėjo atskleisti daug nervinių požymių, patikimai rodančių ne tik akivaizdžius pradinius pojūčių įvesties ir motorinės išvesties taikinius, bet ir abstraktesnes psichines konstrukcijas, sakykim, pelno ir nuostolių lūkesčius, savęs apmąstymą, konfliktą tarp galimų pasirinkimų, impulsų slopinimą, faktų kaupimą atmintyje ir jų ėmimą iš jos (jei apsiribosime tik keliais pavyzdžiais). Trianguliuodamas įvairius smegenų vaizdo modalumus, neurofenomas galiausiai parodys erdvės, laiko ir cheminės sudėties atžvilgiu specifinius taikinius stimuliavimo pastangoms.

Tikslinis nervų stimuliavimas įmanomas jau daug dešimtmečių. Jis prasidėjo nuo elektrinių metodų naudojimo, vėliau imti taikyti ir cheminiai metodai. Deja, bet kokio signalo perdavimas į giliai esančias smegenų sritis paprastai būna invazinis (tarkim, reikia gręžti skyles kaukolėje ir implantuoti laidelius, jei ne dar blogiau), nespecifinis (kas keletą minučių į atitinkamus regionus reikia įpilti neuronešiklių), dažnai ir trumpalaikis (taikinio struktūros žūsta, arba zondus, kaip svetimkūnius, padengia apsauginės struktūros).

Laimei, horizonte jau matyti geresni metodai. Mokslininkai ne tik kuria vis mažesnius ir vis tikslesnius laiko atžvilgiu elektrinius ir cheminius pristatymo įtaisus, bet dabar sugeba ir beveik akimirksniu padidinti ar sumažinti įjungtų neuronų skaičių šviesos zondais, aktyvuojančiais šviesai jautrius jonų kanalus.

Kaip ir elektrinius bei cheminius, tuos šviesos zondus įmanoma įvesti į gyvų gyvūnų smegenis ir pakeisti jų elgesį. Tačiau šiuo metu mokslininkai

dar tebėra priversti į smegenis įvesti invazinius zondus. O kas būtų, jei būtų įmanoma tas pačias elektros, cheminių medžiagų ar net šviesos „piliules“ erdvės ir laiko atžvilgiu tiksliai nukreipti į konkrečią smegenų vietą kaukolės neatidarius?

Tokio būdo dar nėra, tačiau, turėdamas galvoje mokslininkų kūrybiškumą, išradingumą ir mokslo pažangos spartą pastaruoju metu, tikiuosi, kad atitinkamų priemonių atsiras jau ateinantį dešimtmetį (įsivaizduokime trianguliacijos šalmų rinką). Tiksliai nukreiptas ir neinvazinis stimuliavimas kartu su žemėlapiu, apimančiu ir neurofenomą, sukels revoliucinį gebėjimo valdyti savo protą perversmą.

Klinikinės tokio pobūdžio valdymo pasekmės yra paprastos, bet stulbinamos. Palyginti su juo, ir psichoterapija, ir farmakoterapija atrodo labai buki, atšipę instrumentai. Įsivaizduokime, kad gydytojams ar net pacientams duosime galimybę tiksliai ir dinamiškai valdyti neuronų suaktyvinimą sergant demencija (acetilcholino neuronų), Parkinsono liga (dopamino) ar vienpoliare depresija (serotonino).

Tie ir panašūs technologijos pasiekimai ne tik pagerins klinikinį gydymą, bet ir prisidės prie mokslo teorijos pažangos. Kartu su taikymu gydymui atsiras ir taikymų, skirtų tobulinimui, paklausa. Kas būtų, jei gebėtume tiksliai, bet neinvaziniu būdu, moduliuoti nuotaiką, budrumą, gyvumą, atmintį, valdymą, valios jėgą ir kitas savybes? Žinoma, kiekvienas nori laimėti tą žaidimą su smegenimis. Bet ar esame pasirengę keisti taisykles?

# IŠAUKŠTINANTIS SAVĘS PERTVARKYMAS

## ANDY CLARK

ANDIS KLARKAS yra Edinburgo universiteto Logikos ir metafizikos katedros vedėjas ir knygos „Proto plėtra: įkūnijimas, veikimas ir kognityvinis išplėtimas" (*Supersizing the Mind: Embodiment, Action, and Cognitive Extension*) autorius.

Save aukštinantis biologinės rūšies persitvarkymas – štai kas pakeis viską. Atsiranda vis naujų technologijų – nuo nešiojamųjų, visur prasiskverbiančių kompiuterių iki radikalių įvairių savybių mišinių, gaunamų perkeliant genus, iki mintimis valdomų kompiuterio žymeklių, išvaduojančių suparalyžiuotus žmones nuo uždarumo sindromo, iki madingų kojų protezų, leidžiančių laimėti bėgimo varžybas, ir iki kuklaus, bet tiek daug visko pakeitusio *iPhone* mobiliojo telefono.

Tačiau svarbiausia, kad, atsiradus šiai savęs pertvarkymo galimybei, ką tik pradėjome giliau pažinti save ne kaip griežtai apribotus biologinius organizmus, o kaip įmanomus lengvai pertvarkyti mazgus informacijos, komunikavimo ir veiksmų sraute. Kai išmoksime aukštinti savo pačių potencialą, sukursime vis daugiau ryškių kūno formos ir veiksmingų kognityvinių variantų. Kitame šimtmetyje žmonės bus kur kas įvairesni, heterogeniškesni, su daug įvairesniais fiziniais ir kognityviniais matmenimis negu praeityje, nes sąmoningai sukelsime naują revoliucinį kambro periodo laikų perversmą primenantį kūno ir proto suklestėjimą.

# KITOKIA VYRŲ SUBJEKTYVUMO RŪŠIS

## TINO SEHGAL

TINAS SEGALIS yra dailininkas.

Manau, dar sulauksiu to, kas bus visai kitokia vyrų subjektyvumo rūšis. Kadangi vis labiau atsikratome kultūrinių bei elgesio refleksų pramoninės visuomenės, kur ryškus darbo pasidalijimas tarp vyrų ir moterų, vis labiau nyksta ir pagrindas mūsų vis dar plačiai paplitusiam suvokimui, kas sudaro „vyriškumą“. Galiausiai tai baigsis vyrų subjektyvumo koncepcija, ir kiekviena nauja karta žengs po mažą žingsnelį jos link.

Tikiuosi to dar sulaukti, nes žmonėms prieinami elgesio ir reiškimosi būdai yra labai riboti ir supaprastinti. Norėčiau sulaukti, kai mano vaikas suaugs, ir pamatyti, koks bus jo kartos įnašas; dar daugiau, labai norėčiau pamatyti, kokie bus jauni žmonės, kai aš būsiu jau labai senas.

# NEMATOMI ĮTIKINTOJAI

## HELEN FISHER

ELENA FIŠER yra Ratgerso universiteto Antropologijos katedros tyrimų profesorė ir knygos „Kodėl mylime: romantiškos meilės prigimtis ir chemija“ (*Why We Love: The Nature and Chemistry of Romantic Love*) autorė.

„Protas pirmiausia yra veiksmažodis“, – rašė filosofas Džonas Diujis (*John Dewey*). Kai ką nors dirbame, galvojame ar jaučiame, smegenys kažką daro. Bet ką? Ir tai, ką mokslininkai sužino apie tą nervų gimnastiką, ar įmanoma panaudoti gaunant tai, ko norime? Manau, įmanoma, ir aš to dar sulauksiu, nes yra stulbinamų šiuolaikinių neuromokslo pasiekimų.

Smegenų skenavimas, genetiniai tyrimai, antidepresantų vartojimas, estrogenų pakeitimo terapija, gydymas testosteronais, L-dopa ir naujesni vaistai smegenų ligų profilaktikai ar jų vystymuisi sulėtinti, preparatai pramogoms, lytį keičiantys pacientai, genų dopingo besigriebiantys sportininkai – visa tai ir kiti dalykai duoda duomenų, kaip smegenys veikia, ir atveria naujus kelius, naudojant smegenų chemiją, pakeisti tai, kas esame ir ko norime.

Įsibėgėjant epigenetikos sričiai, taip pat pradedame suprasti, kaip aplinka veikia smegenų sistemas ir netgi suaktyvina ir nuslopina genus. Tai dar labiau padeda reguliuoti smegenų chemiją, paveikia tai, kas esame, kaip jaučiamės ir kaip mums atrodo, ko mums reikia.

Tačiau kas čia naujo? Juk ir mūsų protėviai manipuliavo smegenų chemija milijonus metų. Paimkime kad ir „kabinimą“, dabartinę vienos nakties romano atmainą. Tai viena iš seniausių cheminio įtikinimo formų žmonijos istorijoje. Genitalijų stimuliavimas per lytinį aktą išplečia veiklą dopamino sistemoje –

neuronešiklių tinkle, kuris, kaip nustačiau su kolegomis, siejasi su romantiškos meilės jausmais. Orgazmo metu patiriamas oksitocino ir vazopresino srautas; šios cheminės medžiagos susijusios su prisirišimo jausmais.

Atsitiktiniai lytiniai santykiai ne visada yra atsitiktiniai. Įtariu, kad mūsų protėviai suviliodavo vienas kitą (nesąmoningai), norėdami pakeisti savo partnerio smegenų chemiją ir šitaip sužadinti jo aistrą bei prisirišimo jausmus. Toks cheminio įtikinimo metodas iš tikrųjų yra veiksmingas.

Neseniai ištyręs 507 koledžo studentus, antropologas Džastinas Garsija (*Justin Garcia*) nustatė, kad 50 % merginų ir 52 % vaikinų šoko į lovą su pažįstamu ar visai nepažįstamu partneriu, tikėdamiesi šitaip pradėti ilgiau trukiančius santykius, o apie trečdalis tokių pažinčių peraugdavo į meilę.

1957 m. Vensas Pakardas (*Vance Packard*) parašė knygą „Slapti įtikinėtojai“ (*The Hidden Persuaders*), norėdamas demaskuoti subtilius psichologinius metodus, kuriuos reklamuotojai naudoja manipuliuoti žmonių jausmais ir paakinti juos pirkti. Jau seniai kitiems įtikinti naudojame psichologiją, bet tik dabar pradedame suprasti, kodėl psichologinės strategijos yra veiksmingos.

Pavyzdžiui, laikymasis už rankų sukelia pasitikėjimo jausmus iš dalies ir dėl to, kad sužadina oksitocino veiklą. Matydami kitus žmones juokiantis, natūraliai juos mėgdžiojame, judindami savo veido raumenis, kurie sužadina nervus, mūsų nervų sistemos chemiją keičiančius tokiu būdu, kad ir patys pasijuntame laimingi. Tai viena iš priežasčių, kodėl gerai jaučiamės tarp laimingų žmonių. Naujumas sustiprina dopamino veikimą ir polinkį į romantišką meilę. Placebo efektas yra tikras. O bučiuojantis perduodamas seilėse esantis testosteronas, ir tai prisideda prie aistros skatinimo.

Juodoji mūsų žmogiškumo dėžė, smegenys, po truputį prasiveria. Pirmą kartą per visą žmonijos istoriją pažvelgę į jos vidų, sužinosime biologinius kodus, valdančius giliausius norus ir jausmus. Tuos kodus jau pradėjome naudoti. (Aš, pavyzdžiui, dažnai sakau žmonėms: jei jie nori sužadinti romantiškos meilės jausmus ar juos palaikyti, abu kartu turėtų daryti kažką naujo dopamino veikimui sužadinti ar palaikyti.) Jungtinėse Valstijose kasmet išrašoma apie 100 mln. receptų antidepresantams, o kasdien daugelis iš mūsų keičia tai, kas esame, kitais cheminiais būdais.

Mokslininkams vis daugiau sužinant apie pasitikėjimo, empatijos, atlaidumo, dosnumo, pasibjaurėjimo, ramybės, meilės, tikėjimo, noro ir daugybės

kitų sudėtingų emocijų, motyvacijų ir pažinimų chemiją, šį naujų ginklų arsenalą vis daugiau mūsų pradės naudoti manipuliuoti savimi ir kitais. Ir kai vis daugiau žmonių visame pasaulyje naudoja tuos nematomus įtikintojus, galime vieną po kito subtiliai pakeisti viską.

# KUNKULIUOJANTI GAMETŲ RINKA

## HENRY HARPENDING

HENRIS HARPENDINGAS yra Jutos universiteto nusipelnęs profesorius ir Antropologijos katedros vedėjas bei knygos „10 000 metų greitos plėtros: kaip civilizacija paspartino žmonių evoliuciją“ (*The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution*) autorius kartu su Gregoriu Kokranu (*Gregory Cochran*).

Pigus individualaus genomo nustatymas įkvėps naujos gyvybės pažinčių paslaugoms ir vedybų organizatoriams. Jau ir šiandien gyvuoja spermos ir kiaušinėlių rinka, tačiau vartotojams prieinama informacija apie jų donorus yra ribota. Ši verslo šaka suklestės, kai individualaus genomo nustatymo kaina nukris, ir genomikos žinių pagausės.

Potencialūs vartotojai galės sužinoti ne tik tai, ar gametos siūlytojas turi rudas akis, yra aukštas ar žemas, turi mokslinį laipsnį, bet ir ar jo genotipas yra su tinkamu svarbiausiu histologinio suderinamumo kompleksu, kokie – ilgi ar trumpi – yra jo androgenų receptoriai, ar jis turi pageidaujamų tipų dopamino receptorius ir t. t. Ateinančiame dešimtmetyje vartotojų bei donorų suderinamumą užtikrinančių kriterijų sąrašas ilgės, o tam skirtų algoritmų sudėtingumas didės vis sparčiau.

Suderinamos poros sąvoka įgaus visai naują matmenį. Vartotojai gaus informacijos apie šimtus genetinių tinkamo donoro polimorfizmų, kad galėtų įvertinti gametų rinkų atveju. Santuokų rinkose vertins abi pusės. Kur visa tai nuves? Man ateina į galvą trys galimybės.

1. Įsivaizduokime, kad Salė žvalgosi po spermos donorų rinką. Ji greičiausiai ieško genetiškai suderinamo partnerio, pavyzdžiui, su tinkamu svarbiausiu histologinio suderinamumo kompleksu. Ji yra homozigota DRD4 genetinės vietos 7R aleliui, todėl ieško spermos donoro, homozigotinio 4R aleliui, kad jai nereikėtų tenkintis 7R homozigotiniu kūdikiu, koks buvo ji pati. Kitaip sakant, kuris donoras – Tomas ar Dikas – bus labiau pageidautinas, priklausys nuo Salei svarbių rodiklių.
2. Tačiau ką daryti, jei Salė vertina, pavyzdžiui, intelektą, kuris yra beveik visiškai vieno matmens ir nekintamo poliškumo? Aukštą intelektą vertina beveik visi. Šiuo atveju Tomą ir Diką Salė vertins pagal panašius kriterijus kaip ir dauguma kitų moterų. Tada Tomas beveik visada bus vertinamas aukščiau už Diką ir už savo spermą gaus daugiau.
3. Galbūt naujojo šalies prezidento vaikai yra rudaplaukiai. Ir štai Salė, kaip ir dauguma kitų rinkoje esančių moterų, užsimanys rudaplaukių vaikų, nes jie tuo metu yra madingi. Rudaplaukis Dikas spermos rinkoje taps pardavimų lyderiu, bet tik trumpam laikui. Gims daugybė rudaplaukių vaikų, bet tada šis trumpalaikis susižavėjimas praeis, ir nauja mada taps, pavyzdžiui, vaikai žaliomis akimis. Dikas neteks išskirtinio statuso spermos rinkoje ir bus priverstas ieškotis rimtesnio darbo.

Tie trys scenarijai ar bet koks jų mišinys reiškia galimą ateitį meilės ir vedybų rinkoje tiems, kurie yra pakankamai pasiturintys, kad galėtų joje dalyvauti. Pirmasis scenarijus atitinka tradicinį požiūrį į vedybas, kad kiekvienam jose yra kažkas ypatingo, unikalaus. Antrasis scenarijus artimesnis tam, kaip vedybų rinkos iš tikrųjų veikia: kiekviena moteris teikia pirmenybę turtingam, o ne skurdžiui, sumaniam, o ne bukapročiui, turinčiam *BMW*, o ne *Yugo* automobilį. Trečiasis scenarijus yra artimas mechanizmui, kurį biologai vadina lytine atranka: gaigalai turi žalias galvas daugiausia dėl to, kad tiesiog tokia mada. Nedrįsčiau lažintis iš didelių sumų, kuris iš tų scenarijų įsigalės būsimoje gametų rinkoje, bet pirmenybę teikčiau antrajam.

# NEMIRTINGAS PAŽINIMAS, BERIBĖ LAIMĖ


## MARCO IACOBONI


MARKAS JAKOBONIS yra Kalifornijos universiteto Los Anžele Smegenų kartografavimo centro neuromokslų specialistas ir knygos „Žmonių atspindėjimas: naujas mokslas apie tai, kaip užmezgame ryšius su kitais“ (*Mirroring People: The New Science of How We Connect with Others*) autorius.

Per pastaruosius 100 metų žmonių gyvenimo trukmė gerokai pailgėjo. Praėjusio šimtmečio pradžioje vidutinė gyvenimo trukmė visame pasaulyje buvo tik 30–40, o dabar jau siekia beveik 70 metų. Deja, šiuo atžvilgiu tarp atskirų šalių tebėra dideli skirtumai. (Žinote? Žmonės pažangesnėse šalyse gyvena ilgiau.) Jų išlikę ir šalių viduje. (Žinote? Turtingesni žmonės gyvena ilgiau.) Šiandieną besivystančių šalių turtingesnių sluoksnių žmonės gali tikėtis sulaukti daugiau kaip 80 metų amžiaus.

Nors gyvenimo trukmės skirtumai yra politinė problema, kuri čia neaptarinėjama, bendras ryškus jos pailgėjimas kelia ir įdomių mokslo problemų. Kaip kovoti su šalutiniu senėjimo lemiamu pažinimo gebėjimų mažėjimu, to malonaus fakto, kad gyvename ilgiau, efektu? Kaip sureguliuoti nuotaikos sutrikimus, kurie dažnai lydi bendrą pažinimo gebėjimų mažėjimą? Žaidimą iš tikrųjų pakeis tik nemirtingas pažinimas (na, ne visai nemirtingas, bet artimas jam) ir beribė laimė (na gerai, ne visai beribė, bet artima jai), kuriuos užtikrins neskausmingas smegenų stimuliavimas.

Šiandien turime du svarbiausius metodus smegenims stimuliuoti neskausmingu ir neinvaziniu būdu: transkaukolinį magnetinį stimuliavimą (*transcranial magnetic stimulation – TMS*) ir transkaukolinį stimuliavimą nuolatine elektros srove (*transcranial direct current stimulation – TDCS*). *TMS* būdu smegenys stimuliuojamos vietiniais magnetiniais laukais veikiant galvos odą, kuri savo ruožtu indukuoja elektros sroves smegenyse, o *TDCS* naudoja silpnas nuolatines elektros sroves.

Smegenims stimuliuoti yra ir daug kitų būdų, gali būti stimuliuojama daug smegenų sričių. Galėsime žymiai sulėtinti pažinimo gebėjimų silpnėjimą ir pagerinti nuotaiką, stimuliuodami tas smegenų sritis, kurios kolektyviai vadinamos asociacijų žievėmis (*association cortices*). Jos susieja daug kitų smegenų sričių. Pavadinimas atsirado iš to, kad daugelį smegenų sričių jos sujungia į nervų tinklus. Yra dvi svarbiausios asociacijų žievės: esančios smegenų priekyje vadinamos priešakinėmis, o esančios jų užpakalyje – užpakalinėmis.

*TMS* būdas eksperimentiškai jau kelerius metus naudojamas gydyti depresijai, stimuliuojant priešakines asociacijų žieves. Rezultatai tokie daug žadantys, kad šis metodas daugelyje šalių jau aprobuotas šiam gydymui. (2008 spalį jį aprobavo ir Jungtinių Valstijų Maisto ir vaistų administracija.) Manau, per ateinančius du dešimtmečius bus gerokai patobulintas gebėjimas stimuliuoti smegenis nuotaikos sutrikimams gydyti.

Pagerinsime techninę įrangą ir stimuliavimo metodiką (patikslinsime, kaip dažnai ir kiek ilgai jas stimuliuoti). Bus įmanoma lengviau surasti konkrečias priešakinių asociacijų žievių vietas smegenų tomografija. Kiekvienos smegenys truputį skiriasi anatominiu ir fiziologiniu atžvilgiais. Smegenų stimuliavimas kartu su jų tomografija leis numatyti konkrečias gydymo strategijas, pritaikytas konkretiems individams, ir tai padės labai padidinti gydymo veiksmingumą.

Užpakalines asociacijų žieves, esančias užpakalinėje smegenų dalyje, Alzheimerio liga pažeidžia pirmiausia. Jų aktyvumas sumažėja ir nelabai sumažėjus kognityvinei gebai – tai dažnai būna susiję su senėjimu. Smegenų stimuliavimas padidins užpakalinių asociacijų žievių aktyvumą vyresniems žmonėms – skatins sinchronizuotą daugelio neuronų įsijungimą prie tam tikrų dažnių. Manoma, sinchronizuotas neuronų įsijungimas prie tam tikrų

dažnių yra labai svarbus suvokimo ir kognityviniams procesams. Senstančios stimuliuojamos smegenys gaus sinchronizuotą neuronų įsijungimą.

Baigiamąjį ir, sakyčiau, patį svarbiausią štrichą padės gebėjimas sužadinti konkrečias smegenų būsenas stimuliuojant. Nekelia abejonių, kad smegenys niekada nebūna ramybės būsenos. Jos stimuliuojamos visada esant tam tikros būsenos.

Apie smegenų stimuliavimą galima galvoti kaip apie paties stimuliavimo sąveiką su ta smegenų būsena, kurioje jos yra stimuliuojamos. Smegenų stimuliavimas, sukeliant konkrečias smegenų būsenas stimuliuojamame subjekte (pavyzdžiui, žaidžiant žaidimus, kuriuose subjektas turi sieti žodžius, arba rodant subjektui stimulus, kurie paprastai siejasi su laime), labai padidins kognityvinės gebos mažėjimo ir nuotaikos sutrikimų gydymo paveikumą.

Tai bus realus žaidimo keitimo būdas. Jei mano prognozės pasitvirtins, pamatysime ir ryškius politikos pokyčius. Žmonės netoleruos naudingų atstūmimo nuo smegenų stimuliavimo padarinių. Kaip tik šiuo metu nelengvai perprantami užslėpti aplinkos veiksniai ar subtilūs sveikatos priežiūros skirtumai, kurie per ilgesnį laiką lemia didžiulius individualius skirtumus (apie dešimt gyvenimo metų tarp turtingų ir neturtingų žmonių, gyvenančių toje pačioje šalyje), bet jie iš karto suvoks naudingus smegenų stimuliavimo padarinius ir reikalaus neatimti iš jų šios galimybės. Tai irgi keičia žaidimą.

# ATSISVEIKINIMAS SU BLOGIU

## KARL SABBAGH

KARLAS SABAGAS yra rašytojas, televizijos prodiuseris ir knygos „Rymano hipotezė: didžiausia neišspręsta matematikos problema“ (*The Riemann Hypothesis: The Greatest Unsolved Problem in Mathematics*) autorius.

Didelę dalį bėdų šių dienų pasaulyje (kaip ir bet kada anksčiau) sukelia žmonių polinkis planuoti ar vykdyti smurtą prieš kitus žmones. Šį polinkį rodo ne tik užpuolimai ir žmogžudystės. Kiekvienas, kas kuria kokį nors ginklą, baudžia vaiką, skelbia karą ar pabėga iš avarijos vietos, palikęs auką gulėti ant kelio, žalos kitam žmogui padarymą laiko pateisinamu poelgiu savo atžvilgiu. O, kaip pasikeistų pasaulis, jei ateities žmonės turėtų tokią biologinę savybę, kaip kognityvinis draudimas taip elgtis, ir jie negalėtų to daryti taip, kaip dabar dauguma mūsų negali judinti ausų!

Greičiausiai yra taip, kad kiekvieno žmogaus – nuo smurtaujančių tėvų ir žagintojų iki prekiautojų ginklais bei valstybių galvų – smegenyse gali atsirasti nervų impulsų grandinė, leidžianti laikyti „normaliu“ ar bent priimtinu dalyku kito žmogaus sužalojimą ar net mirtį savo pačių malonumui ar naudai. Sakykime, tokius impulsus bus įmanoma analizuoti *tiksliai*, ateityje patobulinus *fMRI*, pozitronų emisijos tomografiją (*positron emission tomography – PET*) ar sukūrus naujus metodus.

Bene kiekvieną sprendimą nužudyti kitą žmogų ar pakenkti jam galima atsekti kaip seriją nervų impulsų, kurie atsirado A smegenų centre, per mikrosekundę pasiekė B, C ir D sritis, nebuvo įleisti į E ir F sritis ir atvedė prie to, kad sprendimas, anksčiau laikytas nepriimtinu, tampa priimtinas.

Galimas dalykas, rasime daug bendro tarp žmogaus, planuojančio nužudyti vaiką, ir valstybės galvos, pasirašančio įstatymo pradėti branduolinio ginklavimosi programą projektą, arba inžinieriaus, kuriančio klasterinę naujo tipo bombą, smegenų struktūrų. Visi jie tam tikrame intelektiniame lygyje pripažįsta: visiškai gerai, kad jų veiksmai kitiems žmonėms padarys daug žalos ar net lems jų mirtį. Jų visų smegenims, ko gero, būdingas D modelis – „mirties modelis“.

Jei būtų įmanoma aptikti tokį specifinį smegenų veiklos modelį, ar tada būtų įmanoma sukurti metodus jam užbėgti už akių ar jį suardyti, kai tik jis pradėtų formuotis? Labiausiai tikėtina, bet mažiausiai priimtina socialiniu požiūriu priemonė – visiems nešiotis mikrosrovių turinčius prietaisus, kurie tokius modelius aptiktų ir juos slopintų ar ardytų. Tada kiekvienas, kuriam kiltų toks impulsas, akimirksniu netektų valios jį įgyvendinti.

Mažiau tikėtinas, bet vis tiek įmanomas įsivaizduoti – koks nors sudėtingas cheminis D modelio slopiklis, genų inžinerijos būdu sukonstruotas taip, kad veiktų tam tikras sinapses ar tam tikrus neuronešiklius, ir tiekiamas tokiu būdu, kad būtų prieinamas visiems Žemės gyventojams. D modelio slopiklio galėtų būti dedama į vandenį, panašiai kaip dedama chloro (tai šiuo metu priimtina, norint užbėgti už akių mirtims nuo užteršto vandens). Jį būtų galima naudoti ir inhaliacijai, išpurškiant ore, arba jo dedant į genetiškai modifikuotus maisto produktus. Juo galbūt būtų galima netgi modifikuoti embrionines vienos kartos ląsteles; tai leistų visiems laikams pašalinti D modelį iš ateities kartų.

Žaginimams būtų galima užbėgti už akių, kol jie dar neįvyko. Kareiviams, jei armijos vis dar išliktų, būtų sukliudyta šaudyti, nes gaiduką nuspaudžiantys smiliai sustingtų; na, nebent apskritai nebūtų į ką šaudyti, nes priešo kariai, sukilėliai ar teroristai patys nesugebėtų vykdyti smurtinių veiksmų.

Ar visiškas žudymo impulsų pašalinimas iš žmonių gyvenimo turėtų ir neigiamų padarinių? Žinoma. Tada vienas vienintelis žmogus, išvengęs tokio jų pašalinimo, galėtų užvaldyti visą pasaulį. Jis (sakykim, vyras) tada galėtų nebaudžiamas skriausti ir žudyti kitus, nes niekas neturėtų valios nužudyti jį.

Todėl reikėtų sugalvoti priemones, kaip elgtis tokiomis sąlygomis. Toks žmogus būtų toks žalingas visai žmonijai, kad, ko gero, reikėtų sukurti planą jam suvaldyti, jei jis atsirastų. Tai būtų nelengva, nes nebūtų įmanoma jį nužudyti iš karto: juk niekas nesugebėtų ne tik tai padaryti pats, bet ir sukonstruoti įtaisą jam nužudyti – reikėtų gebėjimo galvoti apie kito žmogaus mirtį.

Tačiau, tokią galimybę atidėję į šalį, pasižiūrėkime, kokių gi būtų trūkumų pasaulio, kuriame iš visų žmonių cheminiu ar elektroniniu būdu būtų atimtas gebėjimas nužudyti kitą žmogų ar padaryti jam žalos? Be abejo, tai tikrai visiems išeitų į naudą. Godumo sukelti nusikaltimai vis dar tebebūtų galimi, bet apiplėšimai būtų daromi griebiantis apgaulės, o ne ginklo; gaujų nariai vieni kitus užsipultų įžeidinėjimais ir patyčiomis, o ne peiliais ir vėzdais.

Šalių vyriausybės ginčytinus sienų klausimus galėtų spręsti prie šachmatų staliuko. Sumažėtų ir mirčių dėl autokatastrofų keliuose, nes net menkiausia mintis, kad nederamas elgesys keliuose gali lemti kito žmogaus mirtį, galėtų taip aiškiai priminti D modelį, kad visi važinėtų daug atsargiau, norėdami to išvengti. Mirtys per gaivalines nelaimes neišnyktų, bet padaugėtų labdaros ir tarptautinės pagalbos, nes žmonės suprastų, jog nepadėti, atsitikus tokiai nelaimei ateityje, būtų ne ką geriau už seną, jau išnykusį įprotį žudyti žmones.

D modelio eliminavimo metodas paskatins labai reikšmingų visų žmonių, taigi ir visuomenių, elgesio pokyčių. Ir šiandien kažkur neurobiologijos ar genų modifikavimo srityse jau gali būti tokių pokyčių užuomazgų.

# VYSTYMUISI NEBŪTINA, KAD DIEVAS IŠ TIKRŲJŲ BŪTŲ

## JESSE BERING

DŽESIS BERINGAS yra psichologas, Karalienės universiteto (*Queen's University*) Belfaste Pažinimo ir kultūros instituto direktorius ir *Scientific American* žurnalo apžvalgininkas (*Bering in Mind*).

Kas būtų, jei pasakyčiau, kad Dievas yra tik mūsų galvoje, mūsų mintyse? Kad tas Dievas yra tarsi mažytis taškelis mūsų ragenos pakraštyje, kurio neaiškus, miglotas ir nepasiekiamas vaizdas, lydintis kiekvieną akių judesį, iš tikrųjų yra tik iliuzija, psichologinė dėmė pagrindiniame kognityviniame smegenų substrate? Gali apimti jausmas, kad ten yra kažkas didesnio – tai, kas stebi, žino, rūpinasi, o gal net vertina. Tačiau iš tikrųjų tai tik oras, kuriuo kvėpuojame.

Pagalvokime, kokios būtų pasekmės, Dievą įsivaizduojant štai šitaip – kaip įbrėžimą psichologiniame lęšiuke, o ne kaip paslaptingą dangiško pasaulio atstovą, kokiu jį dauguma žmonių laiko. Subjektyviai Dievas ir toliau bus mūsų gyvenime. Tiesą sakant, tai gan apmaudu. Kaip suvokimo būdas, jis ir toliau užlies mūsų patirtis nepagaunama, neapibrėžta prasme, kels pojūtį, kad visata įvairiais būdais su mumis bendrauja.

Bet objektyviai Dievo sąvoka yra tik iliuzija. Tai radikali, o kai kas pasakytų – net pavojinga, idėja, nes ji iškelia svarbius klausimus apie Die-

vą, kaip apie nepriklausomą veiksnį, egzistuojantį už žmogaus smegenų ląstelių ribų.

Iš tikrųjų Dievo iliuzija yra labiau tikėtina sąvoka, negu kai kurie su tuo susiję minties eksperimentai, pavyzdžiui, galimybė, kad smegenys yra kažkokiame įelektrintame inde, ir mūsų gyvenimas yra tik modelis. Priešingai šitokiam minties eksperimentui ar kai kuriems kitiems mokslinės fantastikos filmo „Matrica“ (*The Matrix*) analogams, galima vienareikšmiškai pareikšti: mūsų, kaip biologinės rūšies, gebėjimas galvoti apie Dievą (net apie nesantį Dievą) yra įmanomas tik dėl to, kad turime natūraliai atsiradusias smegenis, ypač dėl to fakto, kad smegenys išsivystė per daugybę metų neįprastu būdu. Filosofiniame diskurse idėja, kad Dievas yra iliuzija, būtų labai seno ginčo mokslo įkvėptas posūkis, nes jis apima Dievo faktinio buvimo pobūdį ir tikrumą.

Visa tai labai gerai, galime pagalvoti, bet Dievas vis dėlto galbūt nėra iliuzija. Smegenų gebėjimas protauti apie antgamtinius dalykus – gyvenimo tikslą, pomirtinį gyvenimą, likimą – yra ne įbrėžimas mūsų psichologiniuose lęšiukuose, o asmeninis Dievo ženklas smegenyse. Niekada negalima atmesti galimybės, jog žmogaus smegenų evoliuciją Dievas taip pakreipė tam, kad galėtume jį aiškiau matyti. Tai savotiška dieviška lazerinės akių chirurgijos procedūra, gyvulinio apdangalo, dengiančio kitų gyvūnų sąmonę, nuplėšimas.

Kai kurie mokslininkai, sakykim, psichologai Džastinas Baretas (*Justin Barrett*) ir Maiklas Murėjus (*Michael Murray*), tai laiko „teistinės evoliucijos“ požiūriu. Tačiau aš, kaip religiją nagrinėjantis psichologas, tokį aiškinimo šykštumą priimu rimtai. Galų gale juk toks šykštumas ir yra pagrindinė „Okamo skustuvo“ (*Ockham's razor*), mokslinio tyrimo kertinio akmens, prielaida.

Okamo skustuvas teigia, kad iš dviejų vienodai tikėtinų hipotezių mokslo skustuvas pašalina perteklinius riebalus ir teikia pirmenybę tai hipotezei, kuri daro mažiau nebūtinų prielaidų. O gamtos moksluose Dievo sąvoka kaip priežastinė jėga yra tarsi neskanus kremzlės gabalas kokiame nors patiekale. Todėl nors Dievo laikymas iliuzija filosofiniu požiūriu gali būti ir ne visai pagrįstas, iš tikrųjų tai yra moksliškai pagrįstas traktavimas.

Kadangi žmogaus smegenys (kaip ir bet kuris kitas fizinis organas) yra evoliucijos produktas, ir natūralioji atranka veikia be protingo išankstinio apgalvojimo, šis psichinis aparatas išsiugdė gebėjimą galvoti apie Dievą, ne-

siekiant būtinybės su juo tartis; tuo labiau nebuvo būtinybės, kad jis būtų iš tikrųjų.

Tiesą sakant, smegenys turi daug tokių keistenybių, kurios sistemingai keičia, užtemdo ar neteisingai pateikia visą mūsų galvos išorėje esantį pasaulį. Tai nebūtinai yra blogas dalykas, jis taip pat nereiškia prasto mūsų gebėjimo prisitaikyti.

Jūs, be abejo, jau esate susidūrę su optinėmis iliuzijomis, tarkim, su išgarsėjusiu Miulerio-Lajerio (*Müller-Lyer*) paveikslėliu, vaizduojančiu vienodo ilgio strėles, kurių uodegos nukreiptos į priešingas puses, ir tai sudaro įspūdį, kad tos strėlės yra skirtingo ilgio. Nors žinote, kad jų ilgis vienodas, tačiau protas neleidžia to suvokti būtent taip.

Yra ir daugiau gerai dokumentuotų, bet galbūt mažiau žinomų, socialinių-kognityvinių iliuzijų. Pavyzdžiui, Deividas Bjorklundas (*David Bjorklund*), vystymosi psichologijos specialistas, samprotauja, kad per didelis vaikų pasitikėjimas savo gabumais padeda jiems ir toliau vykdyti sunkias užduotis, užuot atsisakius jų, patyrus pirmas nesėkmes. Galiausiai, įgijus daugiau praktikos ir per ilgesnį laiką, tikrieji tokių vaikų gebėjimai gali priartėti prie tų jų ankstesnių, per daug palankių savęs vertinimų.

Panašiai ir evoliucinės psichologijos specialistai Deividas Basas (*David Buss*) ir Martė Hazelton (*Martie Haselton*) tvirtina, kad vyrų polinkis per daug palankiai vertinti moterų šypsenas kaip seksualinės iniciatyvos ženklą skatina juos dažniau nei vertėtų laikytis meilikavimo taktikos. Kartais tai iš tikrųjų atveda prie realių reprodukcinių galimybių su jiems draugiškomis moterimis.

Kitaip sakant, ar tai, ką manome apie mūsų išorėje esantį pasaulį, tiksliai atspindi tikrą padėtį, mažai ką tereiškia. Svarbiau ar jie, psichologiškai kalbant, veikia mūsų (arba mūsų genų) naudai. Kai skaitote šias eilutes, kognityvinių mokslų specialistai artėja prie nuodugnesnio žmogaus proto, kaip tikrovę vaizduojančios prizmės, supratimo. Taigi kas pakeis viską? Grėsmingai artėjantis visuotinis sutarimas (ir tų, kurie Okamo skustuvą priima visai rimtai), kad dėl Dievo buvimo žodį turi tarti psichologai, o ne fizikai.

# RYMANO HIPOTEZĖS ĮRODYMAS

## CLIFFORD A. PICKOVER

KLIFORDAS PIKOVERIS yra rašytojas, rašantis apie mokslą, *IBM* kompanijos T. J. Votsono tyrimų centro redaktorius ir knygos „Matematikos knyga“ (*The Math Book*) autorius.

Daugelis matematikos tyrimų rodo, kad Rymano hipotezės įrodymas yra svarbiausias neišspręstas matematikos klausimas. Spartus matematikos vystymasis kartu su kompiuterizuotais matematiniais įrodymais ir vizualizacijomis verčia mane tikėti, kad šis klausimas bus išspręstas man dar tebesant gyvam. Matematikos entuziastas Džonas Frajus (*John Fry*) kartą pasakė, jog labiau tikėtina rasti gyvybę Marse negu rasti pavyzdžių, paneigiančių Rymano hipotezę.

XX a. pradžioje britų matematikas Godfrėjus Haroldas Hardis (*Godfrey Harold Hardy*), kartais leisdamasis į kelionę jūromis, pasirinkdavo keistoką gyvybės draudimo būdą. Jis kokiam nors savo kolegai išsiųsdavo atviruką, kuriame pareikšdavo, jog surado Rymano hipotezės sprendimą. G. H. Hardis niekada nepalaikė gerų santykių su Dievu ir jautė, kad Dievas neleis jam mirti skęstančiame laive tokioje neaiškioje būsenoje, kai pasaulis tebespėlioja, ar jis iš tikrųjų išsprendė tą garsiąją problemą.

Rymano hipotezės įrodymas apima dzeta funkciją, kurią galima pavaizduoti sudėtingai atrodančia kreive. Ji yra naudinga skaičių teorijoje pirminių

skaičių savybėms tirti. Užrašyta *f(x)* pavidalu, ši funkcija iš pradžių buvo apibrėžta kaip begalinė suma:

$$f(x) = 1 + (1/2)^x + (1/3)^x + (1/4)^x + \ldots \text{ ir t. t.}$$

Kai $x = 1$, ši serija neturi baigtinės sumos. Kai $x$ reikšmės didesnės už 1, tai ji išauga iki baigtinės sumos. O jei $x$ reikšmės mažesnės už 1, tai suma ir vėl begalinė. Visa dzeta funkcija, nagrinėjama ir aptarinėjama literatūroje, yra sudėtingesnė funkcija, ekvivalenti šiai serijai, kai $x$ reikšmės didesnės už 1, bet turi baigtines vertes bet kuriam realiam ar kompleksiniam skaičiui, išskyrus tuos atvejus, kai realioji jų dalis lygi vienetui. Žinome, kad ši funkcija lygi nuliui, kai $x$ yra –2, –4, –6 ir t. t. Taip pat žinome, kad ši funkcija turi begalinį skaičių nulinių reikšmių tiems kompleksiniams skaičiams, kurių realioji dalis yra tarp 0 ir 1, bet tiksliai nežinome, kokiems kompleksiniams skaičiams tie nuliai yra būdingi.

1859 m. matematikas Georgas Bernardas Rymanas (*Georg Bernhard Riemann*) padarė prielaidą, kad tie nuliai būdingi tiems kompleksiniams skaičiams, kurių realioji dalis lygi ½. Nors yra daug skaitmeninių įrodymų, tą prielaidą patvirtinančių, ji vis tiek dar nėra įrodyta.

Rymano hipotezės įrodymas turės akivaizdžių pasekmių pirminių skaičių teorijai ir tam, kaip suprantame kompleksinių skaičių savybes. Apibendrintas šios hipotezės variantas, kai bus įrodytas jo teisingumas, leis matematikams išspręsti daug svarbių matematikos problemų. Stebina ir tai, kad fizikai, tirdami Rymano hipotezę, galbūt surado paslaptingą kvantinės fizikos ir skaičių teorijos ryšį. Nežinau, ar Dievas yra matematikas, tačiau matematika yra tos audimo staklės, kuriomis jis audžia visatos audinį.

Šiandien daugiau kaip 11 000 savanorių visame pasaulyje užsiima Rymano hipoteze. Jie tam naudoja išplatintą kompiuterinės programinės įrangos paketą *Zetagrid.Net* Rymano dzeta funkcijos nuliams ieškoti. Kiekvieną dieną dzeta funkcijai skaičiuojama daugiau kaip po milijardą nulių.

Moderniaisiais laikais matematika įsiskverbė į visas mokslo tyrimų sritis ir vaidina neįkainojamą vaidmenį biologijoje, fizikoje, chemijoje, ekonomikoje, sociologijoje ir inžinerijoje. Matematiką galima panaudoti ir saulėlydžio spalvų, ir mūsų smegenų architektūros paaiškinimui. Matematika padeda ga-

minti ir viršgarsinius lėktuvus, ir atrakcioninius amerikietiškus kalnelius, modeliuoti gamtinių Žemės išteklių srautus, tirti ir subatominį kvantų pasaulį, ir tolimiausias galaktikas. Matematika pakeitė mūsų žiūrėjimo į kosmosą būdą.

Fizikas Polis Dirakas (*Paul Dirac*) pasakė: mūsų šiandieniniai abstraktūs matematiniai tyrimai leidžia pažvelgti į ateities fiziką. Ir tikrai, matematinės lygtys išpranašavo antimedžiagos buvimą, ir ji vėliau buvo rasta. O kitas matematikas, Nikolajus Lobačevskis (*Николай Лобачевский*), panašią mintį išreiškė tokiais žodžiais: „Nėra tokios matematikos šakos, kad ir pačios abstrakčiausios, kuri kada nors nebūtų panaudota realaus pasaulio reiškinių tyrimams.“

# LAIKO REALUMAS

## LEE SMOLIN

LY SMOLINAS yra Teorinės fizikos perimetro instituto, esančio Voterle, Ontarijo provincijoje, fizikas ir knygos „Bėdos su fizika: stygų teorijos iškilimas, mokslo nuosmukis ir kas bus toliau“ (*The Trouble with Physics: the Rise of String Theory, the Fall of a Science, and What Comes Next*) autorius.

Norėčiau aprašyti tą požiūrio pokytį, kuris, kaip manau, pakeis tai, kaip galvojame apie viską nuo pačių abstrakčiausių klausimų apie tiesos kilmę iki pačių konkrečiausių mūsų kasdieninio gyvenimo klausimų. Tas pokytis atsiranda iš pačių giliausių ir sunkiausių problemų, su kuriomis susiduria dabartinis mokslas – tų, kurios susijusios su laiko kilme*.

Su laiko problema susiduriame nagrinėdami visus svarbiausius fizikos klausimus: kas buvo Didysis sprogimas, ir ar galėjo kažkas būti ir iki jo? Kokia yra kvantinės fizikos kilmė, ir kaip ji vienijasi su reliatyvumo teorija? Kodėl mūsų matomi fizikos dėsniai yra labiau tikri, negu kiti galimi? Ar galėjo tie dėsniai išsivystyti iš kitokių dėsnių, buvusių anksčiau?

Po daugelio diskusijų ir ginčų man vis labiau aiškėja, kad šie svarbiausi dėsniai fundamentinėje fizikoje veda prie labai paprasto pasirinkimo, susijusio su atsakymais į du paprastus klausimus: Kas yra realu? Ir kas yra tiesa?

Atsakymus į juos duoda daug filosofų ir religijų. Daugumos jų atsakymas vienodas: realybė ir tiesa pranoksta laiką. Jei kas nors yra realu, tai ta realybė tęsiasi amžinai, o jei kas tiesa, tai tiesa buvo ir bus visada. Mūsų turima patirtis apie pasaulį, egzistuojantį laike, kai kurių religijų ir daugelio šiuolaikinių fizikų bei filosofų nuomone, yra tik iliuzija. Už šios iliuzijos slypi amžina realybė,

dabartinėje kalboje vadinama blokine visata (*block universe*). Kitas šio senojo požiūrio pasireiškimas yra dabar populiari idėja, kad laikas yra atsiradusi savybė, kurios nėra tarp fundamentinių fizikos apibrėžimų.

Naujasis požiūris yra tiesiog priešingas. Jis tvirtina: tai, kas realu, yra realu tik tuo momentu, kuris yra tik vienas iš daugelio jų sekoje. Tas pats galioja ir tiesai: kas yra tikra, teisinga, yra tikra tik tą momentą. Transcendentinių, amžinų tiesų nėra.

Nėra ir praeities. Praeitis gyvuoja tik kaip dabarties dalis tokiu mastu, kokiu duoda įrodymų apie praeities įvykius. O ateitis dar nėra reali; vadinasi, ji yra atvira ir kupina galimybių, iš kurių bus įgyvendinta tik maža dalis. Pagal šį požiūrį nėra ir kitų visatų galimybės. Visa, kas egzistuoja, turi būti dalis tos visatos, kurioje esame šiuo metu.

Šis požiūris keičia viską, pradedant nuo to, ką galvojame apie matematiką. Pagal šį požiūrį negali būti jokios amžinos platoniškos matematinių objektų karalystės. Atskleistos matematikos tiesos iš tikrųjų yra objektyvios. Tačiau matematines sistemas turime išrasti ar sukurti mes. Kai tik matematinių objektų atsiranda, yra be galo daug tikrų, teisingų faktų apie juos, kuriuos gali atskleisti tolesni tyrimai.

Yra be galo daug galimų aksiominių sistemų, kurias galime sukurti ir ištirti, tačiau tas faktas, kad daugelis žmonių sutiks su tuo, kas buvo nustatyta apie jas, dar nereiškia, kad jos egzistavo ir iki tol, kai jas atskleidėme ar sukūrėme.

Buvau įpratęs manyti, kad fizikos tikslas yra atskleisti amžinas matematines lygtis, kurios buvo izomorfinės visatos istorijos atžvilgiu. Tačiau jei nėra platoniškos amžinų matematinių objektų karalystės, tai toks požiūris yra tik fantazija. Tada mokslas užsiima tik tais tikrais dalykais, kuriuos galime atskleisti toje realioje visatoje, kurioje mes esame.

Labiau konkretizuojant, galima pasakyti, kad šis požiūris meta iššūkį tam, ką manome apie kosmologiją. Jis atveria naujus kelius, kaip spręsti esminius klausimus, tarkim, kodėl tikri, teisingi yra mūsų matomi, o ne kiti dėsniai ar kas nulėmė pradines mūsų visatos sąlygas.

Filosofas Čarlzas Sandersas Pyrsas (*Charles Sanders Peirce*) 1893 m. rašė, jog vienintelis būdas nustatyti, kurie dėsniai yra tikri, vadovautis evoliucijos mechanika, ir aš manau, kad tai išlieka teisinga ir šiandien. Bet tam, kad dės-

niai evoliucionuodami taptų realybe, reikia laiko. Be to, mano nuomone, yra techninio pobūdžio įrodymų, kad teisingam kvantinės gravitacijos ir kosmologijos formulavimui reikės postuluoti, kad laikas yra realus ir fundamentinis.

Tačiau tokio požiūrio pasekmės bus daug platesnės. Pavyzdžiui, neoklasikinėje ekonomikos teorijoje, kuri remiasi rinkų ir žaidimų pusiausvyros tyrimu, į laiką dažniausiai neatsižvelgiama. Keneto Arovo (*Kenneth Arrow*) ir Žeraro Debro (*Gerard Debreu*) fundamentiniai pusiausvyros rezultatai remiasi prielaida, kad yra nustatyti ir įmanomi apibūdinti prekių ir strategijų sąrašai, ir kiekvieno vartotojo skoniai bei preferencijos nekinta.

Bet ar gali tai būti visiškai teisinga, jei augimą skatina galimybės, kurios staiga atsiranda iš neprognozuojamų naujų produktų, naujų strategijų ir naujų organizavimo būdų atradimų? Teisingos ekonominės teorijos sukūrimas turės pasekmių daugeliui politinių sprendimų, ir svarbiausia problema – kaip traktuojamas laikas. Ekonomika, besivadovaujanti prielaida, kad svarbiausių naujovių numatyti neįmanoma, labai skirsis nuo tos, kuri remiasi prielaida, jog bet kuriuo metu įmanoma žinoti viską.

Požiūris, kad laikas yra realus, o tiesa susijusi su konkrečiu momentu, dar labiau skatina mintį, kad amžino prasmės arbitro nėra, kaip nėra ir transcendentinio ar absoliutaus vertybių ar etikos šaltinio. Prasmė, vertybės ir etika yra dalykai, kuriuos mes, žmonės, projektuojame į pasaulį. Jei ne mes, jų nebūtų.

Vadinasi, mūsų atsakomybės yra didžiulės. Ir matematika, ir visuomenė yra labai apribotos, bet jos vis tiek turi be galo daug galimybių, iš kurių per baigtinį mums skirtą laiką įmanoma atskleisti ir ištirti tik kelias. Kadangi laikas yra realus, o ateitis dar neegzistuoja, tie įsivaizduojami ir socialiniai pasauliai, kuriuose gyvensime, mūsų pasirinkimų dėka turi tapti tikrove.

* Čia išdėstytos mintys kilo vykdant bendrą projektą su brazilų filosofu Robertu Mangabeira Ungeru (*Roberto Mangabeira Unger*).

# PAPILDOMŲ ERDVĖLAIKIO MATMENŲ BUVIMAS

## GINO SEGRÈ

DŽINAS SEGRĖ yra Pensilvanijos universiteto fizikas ir knygos „Faustas Kopenhagoje: kova dėl fizikos sielos“ (*Faust in Copenhagen: A Struggle for the Soul of Physics*) autorius.

Bendroji Einšteino reliatyvumo teorija, pirmą kartą pristatyta 1915 m. rudenį, ir jo ankstesnė specialioji reliatyvumo teorija labai mažai ką tepakeitė mūsų kasdieniniame pasaulyje, tačiau jos iš esmės pakeitė mūsų galvojimo apie erdvę ir laiką būdą ir šitaip pradėjo moderniąją kosmologijos teoriją. Jei artimiausioje ateityje atskleisime papildomus erdvėlaikio matmenis, tai mūsų suvokimai pasikeis nė kiek ne mažiau radikaliai, kaip kad jie pasikeitė prieš beveik 100 metų.

Nors jų buvimo įrodymas neišvengiamai pakeis tai, kaip įsivaizduojame visatą, yra ir būdas, kaip galėtų pasikeisti mūsų psichika. Manau, sustiprėtų mūsų tikėjimas, kad dar bus atskleisti dideli reiškiniai, kurių beveik neįmanoma įsivaizduoti. Mes taip pat dar kartą suvoktume tą galią, kuri slypi keliose paprastose lygtyse, priemonėse, kurias galime sukurti joms patikrinti, ir žmonių vaizduotėje.

1919 m. lapkričio 6 d. bendrame Karališkosios draugijos ir Karališkosios astronominės draugijos posėdyje seras Frankas Votsonas Daisonas (*Frank Watson Dyson*) pranešė apie žvaigždžių šviesos stebėjimus per gegužės mėnesį įvykusį Saulės užtemimą. „Rūpestingai išnagrinėjęs fotografines

plokšteles, esu pasirengęs pasakyti, kad jos patvirtina Einšteino prognozes. Buvo gautas labai apibrėžtas rezultatas, kad šviesa nukrypsta pagal Einšteino gravitacijos dėsnį.“ Posėdžiui pirmininkavęs seras Džozefas Džonas Tomsonas (*Joseph John Thomson*) vėliau šį rezultatą pavadino „vienu iš didžiausių žmogaus minties pasiekimų“. Tai buvo ir teorinės fizikos, ir stebinčiosios astronomijos triumfas.

Praėjus keleriems metams po šio reikšmingo posėdžio, vokiečių matematikas ir švedų fizikas – Teodoras Kaluza (*Theodor Kaluza*) ir Oskaras Kleinas (*Oskar Klein*) – padarė stulbinamą išvadą. Jie pastebėjo, kad bendrosios reliatyvumo teorijos lygtis išsprendus ne keturiems, o penkiems matmenims, gaunami papildomi sprendimai, tapatūs gerai žinomoms Maksvelo elektromagnetizmo lygtims. Kadangi to penktojo matmens tada (ir ligi šiol) niekas nebuvo matęs, tai būtinas postulatas tam, kad ši teorija atitiktų galimą realybę, buvo toks: tas penktasis matmuo yra taip stipriai susirangęs, kad joks judėjimas jo kryptimi nebuvo aptiktas.

Einšteinui šis jo bendrosios reliatyvumo teorijos praplėtimas pasirodė esąs nepaprastai patrauklus, ir jis ne kartą, tik nesėkmingai, mėgino padaryti jį sudedamąja viso savo gyvenimo svajonės apie vientisą sąveikų lauko teoriją dalimi. Bet pirmaisiais dešimtmečiais tuoj po Antrojo pasaulinio karo susidomėjimas šia tyrimų kryptimi šiek tiek sumažėjo, nes teorinės fizikos dėmesys nukrypo į kitus dalykus. Tačiau jis su kaupu sugrįžo aštuntojo dešimtmečio pabaigoje ir sustiprėjo devintajame dešimtmetyje, kai fizikai pradėjo rimtai nagrinėti teorijas, galinčias visas fundamentines sąveikas sujungti į vieną išsamią schemą. Tokiems samprotavimams lemiamą impulsą davė didėjantis superstygų teorijos populiarumas, o ji matematiškai nuosekli tik tada, jei apima papildomus erdvėlaikio matmenis.

Yra ir ryškių skirtumų, palyginti su 1915 m. padėtimi; didžiausias iš jų – aiškių mėginimų atskleisti tuos papildomus matmenis stygius. Pagal naująsias šiuo metu madingas teorijas, dėl tų erdvės ir laiko išplėtimų gamtoje turi būti papildomų dalelių, tačiau pastarųjų masė susijusi su nežinoma papildomų matmenų skale, tai ir ji lieka nežinoma. Grubiai kalbant, kuo mažesnė viena, tuo didesnė antra.

Kad ir kaip ten būtų, jų medžioklė jau prasidėjo. Spaudoje jau pasirodė svarbiausių laboratorijų publikacijų, pavyzdžiui: „Pačių lengviausių Kaluzos

ir Kleino dalelių gama spindulių ieška“ (taip kartais dažnai pavadinamos dar neatrastos dalelės, susijusios su papildomais matmenimis).

Tą iešką labiausiai skatina noras surasti tamsiąją medžiagą, kurios, apytikriais vertinimais, mūsų visatoje yra kelis kartus daugiau negu visų žinomos medžiagos rūšių. Kaluzos ir Kleino dalelės yra vienos iš galimų kandidačių, kurias gali būti sunku atskirti nuo kitų kandidačių, net ir pavykus surasti. Sunkumų daug, bet ir ant kortos pastatyta labai daug.

# JUODOSIOS SKYLĖS: GALUTINIS ŽAIDIMO KEITIMO VEIKSNYS

## PAUL J. STEINHARDT

POLIS ŠTEINHARTAS yra Prinstono universiteto mokslo profesorius ir knygos „Beribė visata: už Didžiojo sprogimo“ (*Endless Universe: Beyond the Big Bang*) autorius kartu su Neilu Turoku (*Neil Turok*).

Vienas iš švenčiausių fizikos principų yra tas, kad informacija niekada nedingsta. Ji gali būti užšifruota, išsklaidyta, susmulkinta į gabalėlius, bet dingti negali niekada. Šiuo principu remiasi antrasis termodinamikos dėsnis ir koncepcija, vadinama unitariškumu, kurie yra esminė sudedamoji dalelių ir laukų vientisų teorijų dalis. Žaidimą realiai pakeistų paneigiantis pavyzdys ar nauji informacijos saugojimo būdai. Tai pakeistų fundamentinių gamtos dėsnių supratimą, erdvės ir laiko sąvokas, sukeltų visatos istorijos peržiūrėjimą ir lemtų naujas jos ateities prognozes.

Yra realių šansų netolimoje ateityje šioje srityje laukti proveržio, nes teoretikai sutelkė dėmesį į vieną iš didžiausių grėsmių informacijos išsaugojimui – į juodąsias skyles. Pagal bendrąją Einšteino reliatyvumo teoriją, juodoji skylė susidaro tada, kai medžiaga yra tokia susikoncentravusi, kad niekas, net šviesa negali ištrūkti iš gravitacinio jos lauko. Bet kokia informacija, perėjusi pro juodąją skylę supantį įvykių horizontą („tašką, nuo kurio nebegrįžtama“), išoriniam pasauliui yra prarasta visiems laikams.

Sakykime, Bobas nukreipia erdvėlaivį į juodąją skylę; erdvėlaivyje yra trys jo pasirinktos knygos. Atrodo, tų knygų turinys turi išnykti, nes jei to neįvyks, tai reikš, kad bendroji Einšteino reliatyvumo teorija yra neteisinga.

Nebūtų nieko keisto, jei bendrąją Einšteino reliatyvumo teoriją reikėtų taisyti. Juk žinoma, kad ji neturi esminio elemento – kvantinės fizikos. Einšteinas ir ne viena fizikų teoretikų karta po jo ieškojo patobulintos gravitacijos teorijos: tokios, į kurią įeitų ir kvantinė fizika tokiu būdu, kuris būtų nuoseklus matematiškai ir fiziškai. Naujausi iš tokių mėginimų yra stygų teorija ir kilpinė kvantinė gravitacija (*loop quantum gravity*).

Be jokios abejonės, kvantinė fizika iš esmės keičia įvykių horizontą ir juodosios skylės evoliuciją. Pirmą kartą tai buvo nurodyta Džakobo Bekenšteino (*Jacob Bekenstein*), Gario Gibonso (*Gary Gibbons*) ir Stiveno Hokingo (*Stephen Hawking*) darbe aštuntajame dešimtmetyje. Pagal kvantinę fiziką, medžiaga ir energija yra sudarytos iš diskrečių gabalų, vadinamų kvantais (elektronai, kvarkai ir fotonai), kurių buvimo vietos ir greičiai visą laiką atsitiktinai kinta. Net tuščia erdvė yra pilna mikroskopinių fliuktuacijų, kuriančių ir anihiliuojančių kvantų ir antikvantų poras.

Kunkuliuojantis vakuumas jau tiesiog už įvykių horizonto kartais sukuria tokią porą – sakykim, elektrono ir pozitrono duetą – kurioje vienas iš jos narių ištrūksta, o kitas įkrinta į juodąją skylę. Žiūrint iš toliau, tada atrodo, kad juodoji skylė išspinduliavo dalelę. Šis reiškinys nepaliaujamai kartojasi, gamindamas dalelių spektrą, vadinamą Hokingo spinduliavimu (*Hawking radiation*), kurio savybės panašios į įkaitusio kūno skleidžiamą šiluminį spinduliavimą. Labai lėtai juodoji skylė išspinduliuoja energiją, jos masė ir tūris mažėja, kol – na, kaip tik čia ir prasideda visas įdomumas.

Šiluminis spinduliavimas priklauso tik nuo spinduliuojančio kūno temperatūros ir neatskleidžia jokių kitų detalių apie tą kūną. Todėl jei Hokingo spinduliavimas yra tikrai šiluminis, tai juodosios skylės viduje esanti informacija iš tikrųjų yra prarasta. Tačiau pastarąjį dešimtmetį žymiausi fizikai, tarp jų ir S. Hokingas, Žeraras Huftas (*Gerard Hooft*) ir Leonardas Suskindas (*Leonard Susskind*), įnirtingai ginčijosi ir netgi lažinosi dėl galimo rezultato (L. Suskindas tą ginčą vadina Juodosios skylės karu).

Remdamiesi naujomis teorinėmis priemonėmis, kurias sukūrė Chuanas Maldasena (*Juan Maldacena*) ir kiti stygų teorijos specialistai, fizikai nustatė,

kad Hokingo spinduliavimas nėra visiškai šiluminis. Jis truputėlį nukrypsta nuo tobulo šiluminio signalo, ir tame mažyčiame nukrypime yra informacijos apie tai, kas yra juodosios skylės viduje. Pavyzdžiui, minėtų trijų Bobo knygų turinys nėra prarastas visam laikui, nors ir jose esanti informacija iš jų išeina be galo lėtai ir yra neįtikėtinai sujaukta. Taigi Juodosios skylės karas baigėsi pergale.

Tačiau pasiekta taika gali būti labai nerami, nes išlieka klausimas, kas darosi informacijai, kai ji atsiduria už įvykių horizonto. Tai pagrįstas klausimas, nes (tai gan įdomu) perėjimas per horizontą gali likti nepastebėtas, jei juodoji skylė yra labai didelė. Nėra jokių kelio ženklų, kurie parodytų Bobui, jog jis kirto ribą, iš už kurios nebesugrįžtama, ir jo knygos liko nepaliestos. Dabar sakykime, kad Bobas kažką užrašė tų savo knygų paraštėse. Kas nutiks tai informacijai?

Šiuo klausimu nuomonės išsiskiria. Vieni mano – ir ši informacija bus išspinduliuota per Hokingo procesą, ir juodoji skylė tiesiog išnyks. Kiti įsitikinę: kvantinė fizika įvykių horizontą daro laidų, todėl kai kuri informacija bus išspinduliuota per Hokingo procesą, o kita ištrūks tiesiogiai. Dar kitiems atrodo, kad informacija yra kopijuojama. Viena kopija išspinduliuojama, o kita susiduria su singuliarumu ir patenka į naują erdvėlaikio skyrių, kuris neturi priežastinio ryšio su už juodosios skylės ribų esančiais stebėtojais, taigi tos dvi kopijos niekada nesusitinka.

Fizikai teoretikai pastaruoju metu sukūrė daug naujų teorinių priemonių šiai problemai atakuoti ir įtemptai dirba toliau. Nors jų tyrimų objektas yra kvantinės gravitacijos srityje, tai labai paveiks ir kitas sritis (įskaitant ir mano – kosmologiją). Gautas atsakymas padės ateityje iš naujo suformuluoti visus termodinamikos, kvantinės gravitacijos ir vientiso lauko dėsnius.

Kadangi informacijos sujaukimas (vadinamoji entropija) nulemia laiko strėlės kryptį, rezultatai gali duoti žinių, kaip atsirado laikas kosminio singuliarumo taške, vadinamame Didžiuoju sprogimu. Arba jei paaiškėtų galimybė kopijoms iš juodosios skylės singuliarumo peršokti į atskirą erdvėlaikio gabalą, tai galėtų visiškai pakeisti požiūrį į Didįjį sprogimą.

Ypač tai paremtų naujausias idėjas, kad Didysis sprogimas nebuvo erdvės ir laiko pradžia, kad visatos didelio masto savybes suformavo tai, kas vyko iki Didžiojo sprogimo, ir tos sąlygos (savotiška informacijos forma) per kosminį

singuliarumą buvo perduotos į naują plėtros fazę. Jei informacija yra visam laikui išsaugoma singuliarumuose, tai mūsų visata iš tikrųjų gali patirti reguliariai pasikartojančius Didžiojo sprogimo (plėtros) ir Didžiojo susitraukimo ciklus. Taip visą laiką buvo praeityje ir visą laiką bus ateityje. Man proveržis, lemiantis tokio pobūdžio išvadas, būtų svarbiausias žaidimo keitimo veiksnys.

# GERESNI MATAVIMAI

## GREGORY COCHRAN

GREGORIS KOKRANAS yra *Adaptive Optics* metodo konsultantas ir Jutos universiteto antropologijos docentas bei knygos „10 000 metų greitos plėtros: kaip civilizacija paspartino žmonių evoliuciją" (*The 10,000 Year Explosion: How Civilization Accelerated Human Evolution*) autorius kartu su Henriu Harpendingu (*Henry Harpending*).

Mūsų patikimiausias permainų variklis buvo didėjantis fizinio pasaulio supratimas. Iš pradžių tai buvo Galilėjaus dinamika ir Niutono gravitacija, po to elektromagnetizmas, dar vėliau kvantinė mechanika ir reliatyvumas. Kiekvienu atveju nauji stebėjimai atskleisdavo naują fiziką – tokią, kuri išeidavo už įprastų modelių ribų, vesdavo prie naujų technologijų ir naujų būdų žiūrėti į visatą. Dažnai ta pažanga būdavo naujų matavimo metodų rezultatas. Graikai taip ir nerado dirbtinių būdų savo pojūčiams išplėsti, ir tai stabdė jų mokslą. Tačiau nuo Ticho Brahės (*Tycho Brahe*) laikų (jis turėjo gerą uoslę instrumentams) geresni matavimai Vakarų mokslui yra svarbūs.

Ateinantį dešimtmetį galima laukti daug tikslesnių stebėjimų daugelyje sričių. Kai kurie iš jų bus gauti sudėtingais, brangiais ir tiesiog puikiais naujais prietaisais. Didysis hadronų kolaideris dar šiais metais turėtų pradėti tiekti duomenis, o gal net ir informaciją. Galėsime danguje ieškoti rezultatų gamtoje vykstančių eksperimentų, kurių tikrai nepageidautume savo kaimynystėje, nes jie sudrebina saules ir praryja ištisas galaktikas.

Tai daryti sekasi vis geriau. Čia kalbu apie tokius prietaisus, kaip šiuo metu Kalifornijos technologijos instituto kuriamas 30 metrų teleskopas arba 100 metrų nepaprastai didelis teleskopas (*Overwhelmingly Large Telescope* –

*OWL*), kurį planuoja Europos pietinė observatorija*. Tie teleskopai aktyviai koreguos atmosferos fliuktuacijas, dėl kurių žvaigždės mirga.

Tačiau visa tai beveik banalu, turint galvoje, kad Viduržemio jūros dugne turime neutrino teleskopą, o kitą tokį – giliai Antarktidos ledynuose. Jau turime pirmą pasaulyje tikrą gravitacinę observatoriją (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory – LIGO*). Ji jau veikia, o planuojami tobulinimai jos jautrumą padidins tiek, kad jo turėtų pakakti netoli vykstančioms nedidelėms kosminėms „avarijoms“ tirti, pavyzdžiui, tokioms, kaip dviejų juodųjų skylių susidūrimas.

Nėra griežtos taisyklės, kad revoliuciniai atradimai būtinai turi būti labai brangūs. Išradingi bandytojai kvantinės mechanikos ir gravitacijos eksperimentus sugeba atlikti ir ant stalo. Jiems būna ir staigmenų. Net istorikai ir archeologai turi galimybių prisipurtyti auksinių obuolių nuo fizikos medžio. Iš senų kinų įrašų žinome tikslią supernovos pasirodymo Krabo ūke datą, o jei šiek tiek pasiseks, tai rasime ir dantiraščio plytelių su kai kuriais kitais astrofizikos duomenimis, kartu su tikrais pasakojimais, pavyzdžiui, apie Kadešo mūšį.

Šiuo metu vykdoma daug grynai teorinių fizikos tyrimų, tačiau labai paplitęs įtarimas, kad labiausiai trūksta duomenų, o ne matematikos. Visata gal ir nėra keistesnė, negu galima įsivaizduoti, bet visai įmanoma, kad keistesnė, negu įsivaizdavome iki šiol. Turime stygų teoriją, bet ką davė bandomasis branduolinis sprogdinimas Bikinio atole? Eksperimentai ėjo mokslo priešakyje praeityje, tai darys ir toliau.

Greičiausiai kita karta atskleis naują fiziką, ir yra gerų galimybių dėl to pasauliui tapti visiškai kitokiam. Mūsų laimei ar nelaimei.

* Dėl šio milžiniško teleskopo konstrukcijos sudėtingumo ir kaštų nuspręsta susikoncentruoti ties 39 metrų ilgio teleskopo kūrimu. (Red. past.)

# MOKOMĖS GAMINTI FENOTIPUS

## MARK PAGEL

MARKAS PEIDŽELIS yra Redingo universiteto Jungtinėje Karalystėje evoliucinės biologijos specialistas ir Santa Fe instituto Jungtinėse Valstijose kviestinis profesorius.

Mes visi esame išsivystę iš vienos ląstelės, vadinamos zigota. Zigota dalijasi, atsiranda dvi ląstelės, vėliau – keturios, aštuonios ir t. t. Iš pradžių dauguma tų ląstelių yra panašios, tačiau dalijimuisi vykstant toliau, atsitinka kai kas nuostabaus: ląstelės pradeda rengtis skirtingiems likimams – tapti akių ar ausų, kepenų ar inkstų, smegenų ar kraujo ląstelėmis. Galų gale jos sukuria be galo sudėtingą kūną, tokį, kad palyginti su juo superkompiuteriai ar erdvėlaiviai atrodo kaip *Lego* žaisliukai. Niekas nežino, kaip jos sugeba tai padaryti. Juk ten nėra nieko tokio, kas pasakytų ląstelėms kaip elgtis. Nėra jokio homunkulo, reguliuojančio ląstelių eismą, jokio šablono, į kurį būtų galima lygiuotis. Tai tiesiog vyksta ir tiek.

Jei mokslininkai suprastų, kaip ląstelės kuria šį vystymosi stebuklą, jie galėtų gaminti fenotipus (išorines mūsų kūnų formas) savo nuožiūra ir nuo nulio ar bent jau nuo zigotos. Tai, ar kas nors artimo tam, įvyks dar mums gyviems tebesant. Kai ištobulinsime šį vystymosi procesą (o tai jau darome), tuomet gebėsime iš naujo sukurti save ir net iš naujo apibrėžti savo gyvenimų prigimtis.

Tik visa bėda, kad tas vystymasis neapsiriboja tuo, kad reikia surasti kokią nors ląstelę ir priversti ją augti ir dalintis. Mūsų ląstelėms diferencijuojantis į

įvairias kūno dalis, jos praranda tai, kas vadinama jų potencija – jos „pamiršta“, kaip grįžti į savo ankstesnes būsenas, kuriose buvo įmanomi visi likimai. Kai įsipjauname, šalia pažeistos vietos esanti oda žino, kaip ataugti ir visai, ar beveik visai, užgydo žaizdą. Tačiau tai vyksta tik labai ribotu mastu: jei nusipjausite visą ranką, ji tikrai neataugs. Mokslininkai dabar po truputėlį mokosi, kaip sugrąžinti ląsteles į jų ankstesnes potencines būsenas ir taip jas perprogramuoti, kad jos *gebėtų* pakeisti visą galūnę.

Kiekvienais metais sulaukiame naujų atradimų ir naujų sėkmių. Klonavimas yra vienas iš ryškiausių laimėjimų. Šiuo metu dauguma klonavimų yra šiek tiek apgaulingi, nes jie atliekami imant iš suaugusio gyvūno kūno specialias ląsteles, dar išsaugojusias dalį savo buvusios potencijos. Ši padėtis pasikeis, kai taps įmanoma ląsteles perprogramuoti, ir to pasekmės gali sukelti didelį pavojų. Kas nors galės klonuoti jus, paėmęs jūsų plauką ar kitas ląsteles, kurios liks jums prie ko nors prisilietus. Tokią praktiką gali apriboti tai, jog neaišku, kodėl kas nors turėtų užsimanyti taip elgtis, tačiau iš principo tai vis tiek įmanoma. Šitaip jūs galėtumėte tapti savo „tėvu“ ar bent jau gerokai vyresniu dvyniu.

Daug labiau susiję su kasdieniu gyvenimu ir žymiai svarbiau yra tai, kad kai sugebėsime perprogramuoti ląsteles, tai ištisos gamtos mokslų ir medicinos sritys (įskaitant senėjimo, sužalojimų ir ligų tyrimus) išnyks ar taps nebesvarbios. Karšti ginčai dėl to, ar moralu dirbti su embriono kamieninėmis ląstelėmis, kilo tik dėl to, kad mokslininkams reikėjo „absoliučios galios“ (*totipotent*) ląstelių (tų, kurios dar nepasirinko specializacijos) šaltinio. Embrionuose jų labai daug. Kai mokslininkai išmoks ir kitas ląsteles sugrąžinti į tokią ar bent jau į „daugiagalę“ (*multipotent*) būseną (kurioje ląstelės dar ne visai specializavosi), tai kamieninių ląstelių tyrimai taps nebereikalingi. Tai gali įvykti jau per ateinančius dešimt metų.

Net mokiniai žino, kad kai kurie driežai ir krabai sugeba atauginti savo galūnes. Tik mokiniams nepaaiškinama, jog taip yra dėl to, kad tų biologinių rūšių ląstelės išsaugojo dalį savo potencijos. O mūsų ląstelės to neišsaugojo, todėl automobilių avarijos, susižeidimai slidinėjant, šautinės žaizdos ar tiesiog senėjimas sukelia mums didelių nepatogumų. Tačiau kai atskleisime vystymosi paslaptis, tuomet sugebėsime atauginti savo galūnes, užsigydyti žaizdas ir pan. Galūnės (bei organai, nervai, kūno dalys ir t. t.), kurias atsiauginsime,

bus tikros. Palyginti su jomis tos bioninės dalys, kurias Anakinas Skaivokeris (*Anakin Skywalker*)* panaudoja po nelaimingo atsitikimo su šviesos kardu, atrodys primityvios. Organų persodinimas bus pasenusi, atgyvenusi ar tik laikina priemonė; širdies ligos bus gydomos užauginant naują širdį. Nervų pažeidimus ir paralyžių bus galima atsukti atgal, kai kurios smegenų ligos taps pagydomos. Kai kurie iš šių dalykų jau vyksta.

Tarsi visi šie dalykai dar nepakankamai pakeistų mūsų gyvenimą, ilgainiui tai atves į naują erą, kurioje mūsų protus (tai, ką mes laikome „mumis") bus įmanoma atskirti, ar beveik atskirti nuo mūsų kūnų. Neperšu minties, kad sugebėsime perkelti savo protus į kitus kūnus, tačiau galėsime vis daugiau ir daugiau naujų kūno dalių įvesti į egzistuojantį kūną su jame esančiu protu, taigi iš esmės tapsime nemirtingi, panašiai kaip senoviniai pastatai, kurie išliko tik dėl to, kad per daug šimtmečių kiekviena jų plyta buvo pakeista.

Kitas labai įdomus ląstelių perprogramavimo aspektas yra tai, kad jas galima priversti pamiršti savo amžių. Šitaip senėjimas taps praeities dalyku, jei tik galėsite leisti sau įgyti pakankamai daug naujų dalių. Tada atskleisime, kokiu mastu mūsų protai atsiranda iš mūsų kūnų suvokimų ir iš laiko tėkmės. Pavyzdžiui, jei senam žmogui suteiksite paauglio kūną, tai ar jis pradės elgtis ir galvoti kaip paauglys? Ką gali žinoti, bet to nustatymas tikrai pakeis žaidimą.

* Personažas iš „Žvaigždžių karų" sagos. – *Vert. past.*

# NAUJAS SVEIKATOS PRIEŽIŪROS ŽINGSNIS?

## IAN WILMUT

JANAS VILMUTAS yra embriologas, Edinburgo universiteto Reprodukcinės biologijos katedros vedėjas ir Regeneracinės medicinos Škotijos centro direktorius bei knygos „Po Dolės: klonavimo perspektyvos ir pavojai" (*After Dolly: The Promise and Perils of Cloning*) autorius kartu su Rodžeriu Haifyldu (Roger Highfield).

2009 m. tebesame palyginti netoli pradžios tos eros, kurioje biomediciniai tyrimai sukelia revoliucinį žmonių paveldimų ligų supratimo perversmą, o kai kurioms iš jų gali pasiūlyti ir pirmuosius veiksmingus gydymo būdus. Šių naujųjų žinių nauda bus tikrai ne mažesnė, negu ankstesnių biomedicininių tyrimų, žymiai sumažinusių pražūtingus daugelio užkrečiamųjų ligų padarinius. Tai atnešiančios galingos naujos priemonės yra tos pačios, kurios naudojamos molekulinės genetikos analizėms ir kamieninių ląstelių biologijoje.

Per pastarąjį tūkstantį metų žmonių sveikata ir gyvenimo trukmė tose pasaulio dalyse, kurioms labiausiai pasisekė, labai pasikeitė į gerąją pusę daugiausia dėl to, kad čia buvo geriau tenkinami kasdieniniai išgyvenimo poreikiai. Šiuo laikotarpiu žmonės išmoko daug geriau rinkti ar gaminti reikiamus maisto išteklius. Tik šio laikotarpio pabaigoje bendruomenės suprato švaraus vandens ir paveikių sanitarinių priemonių reikalingumą, norint išvengti užkratų.

Dar vėliau buvo sukurti imunizacijos nuo potencialių infekcijų metodai ir rasta junginių su stipriomis antibiotinėmis savybėmis. Nors šios knygos apybrai-

žų autoriai ir didžioji dauguma jas skaitančių šitokią naudą galbūt laiko savaime suprantamu dalyku, deja, tuo negali naudotis milijonai žmonių, gyvenančių tose pasaulio dalyse, kurioms mažiau pasisekė, bet tai jau kitas dalykas.

Nauji ląstelių ir molekulinės biologijos tyrimo metodai pakeis požiūrį į tas žmonių ligas, kurios yra veikiau paveldėtos, o ne sukeltos infekcijų agentų virusų ar bakterijų. Paveldimos ligos yra tos, kurios šeimose paplitusios dėl kai kurių šeimos narių DNR sekose esančių klaidų. Paprastumo dėlei šioje apybraižoje daugiausia dėmesio bus skiriama ligoms, paveldėtoms per chromosomų DNR, kartu pripažįstant, jog mitochondrijų DNR sekose klaidų irgi pasitaiko; jos sukelia kitas paveldimas ligas.

Nors skaičius ligų, kurioms jau nustatyta tiksli genetinė priežastis, didėja stiprėjant modernios molekulinės analizės pajėgumui, jis tebėra mažas. Dar svarbiau, kad tik labai retai sužinoma, kaip genetinės klaidos skatina ligos simptomus. Tai buvo svarbiausias ribojamasis veiksnys kuriant veiksmingus gydymo metodus, nes dabartinių gydymo metodų tikslas yra ne DNR klaidų koregavimas, o simptomų stiprėjimo prevencija.

Vienas iš naujųjų priemonių pranašumų yra tas, kad, norint nustatyti junginius, galinčius neleisti atsirasti simptomams, nėra būtina aptikti genetinę klaidą. Ši galimybė atsirado, sukūrus revoliucinį perversmą sukėlusį metodą, pagal kurį kamieninės ląstelės (galinčios sudaryti visas kūno audinių rūšis) yra suformuojamos iš ląstelių, paimtų iš suaugusių žmonių.

Šinja Jamanaka (*Shinya Yamanaka*) iš Kioto universiteto pirmasis parodė, kad šį nepaprastą pokytį įmanoma padaryti paprasta procedūra. Jis tas ląsteles pavadino indukuotomis daugiagalėmis ląstelėmis (*induced pluripotent cells*) dėl jų gebėjimo sudaryti bet kokius audinius.

Dabar tokias ląsteles jau naudoja daugelis laboratorijų paveldimų ligų, tarkim, degeneracinės nervų ligos amiotrofinės lateralinės sklerozės (amyotrophic lateral sclerosis – ALS), tyrimui. Pliuripotencinės *ALS* pacientų ląstelės paverčiamos įvairiomis nervų populiacijomis, paveiktomis šios ligos, ir palyginamos su tokiomis pačiomis sveikų donorų ląstelių populiacijomis. Molekulinei tų ligų priežasčiai nustatyti daugeliu būdų bus analizuojama genų veikla ligos paveiktose ląstelėse.

Yra ir praktinė problema – kaip sukurti testą galimų vaistų, galinčių neleisti ligai prasidėti, suradimui. Tai būtų pagrindas testų, kuriuos galėtų atlikti

robotai, sugebantys kas savaitę peržiūrėti tūkstančius įvairių junginių. Tačiau reikės dar daug papildomų tyrimų, kol bus sukurtas bet koks naujas vaistas.

Taip pat tikėtina, kad šie metodai padės ir kitais panašiais atvejais, kai nėra įrodymų, kad ligas sukėlė genetinė priežastis. Manoma, kad *ALS* yra paveldėta tik mažiau kaip 10 % atvejų. *ALS* reikėtų laikyti ligų šeima, nes ji rodo kelių skirtingų genų klaidas. Naujausi tyrimai atskleidė, kad daugelio pacientų ląstelėse kai kurie baltymai pasiskirstę neįprastu būdu.

Tai pastebėta paveldimuose šios ligos atvejuose, susijusiuose su visais genais, išskyrus vieną. Be to, tai nustatyta ir keliems ligoniams, kai įrodymų apie ligos paveldėjimą nerasta. Nors šis modelis gali būti būdingas ir ne visoms paveldimoms ligoms, stebėjimai didina viltis, kad gydymo metodai, sukurti tiriant paveldėtus atvejus, dažnai bus ne mažiau veiksmingi ir tada, kai genetinis poveikis nenustatytas.

Nors užkrečiamąsias nuo paveldimųjų ligas atskyriau, iš tikrųjų jos gan dideliu mastu sutampa. Normalų vystymąsi ir sveikatą užtikrinantis naujas molekulių ir ląstelių mechanizmų supratimas taip pat sudarys pagrindą ir naujam užkrečiamųjų ligų gydymo būdui. Pavyzdžiui, imuninės sistemos raidos ir veikimo supratimas gali padėti rasti naujų būdų ŽIV ir AIDS gydymui.

Mane iš tikrųjų labai jaudina mintis, kad, dar man gyvam tebesant, atsiras būdų kai kurioms iš daugelio šimtų paveldimųjų ligų gydyti. Pražūtingas jų poveikis ligoniams ir jų šeimoms gerokai sumažės ar net bus visai pašalintas, lygiai taip pat, kaip ankstesni tyrimai įgalino sėkmingai gydyti užkrečiamąsias ligas – poliomielitą ar tuberkuliozę, taip pat vaikų ligas – tymus ir kiaulytę.

# UŽKREČIAMŲJŲ LIGŲ ĮVAIROVĖS GAUSĖJIMAS

## PAUL EWALD

POLIS EVALDAS yra Amhersto koledžo biologijos profesorius ir knygos „Maro laikas: naujoji mikrobinių ligų teorija“ (*Plague Time: The New Germ Theory of Disease*) autorius.

Prieš 13 dešimtmečių Luji Pasteras (*Louis Pasteur*) ir Robertas Kochas (*Robert Koch*) vadovavo intelektinei revoliucijai, pavadintai mikrobinių ligų teorija. Ji teigė, kad daugelį labai paplitusių ligų sukelia mikrobai. Nuo tada užkrečiamųjų ligų įvairovė nepaliaujamai ir skaudžiai gausėja. Ligos, akivaizdžiausiai užkrečiamosios, tokiomis buvo pripažintos XIX šimtmečio pabaigoje; beveik visos buvo ūminės. Ūminės, sukeltos pernešamo užkrato (pavyzdžiui, uodų pernešama maliarija), buvo pripažintos kiek vėliau, XX a. pradžioje.

XX a. pradžioje jų spektras platėjo daugiausia dėl to, kad buvo pripažinta, jog daugelis lėtinių ligų irgi yra užkrečiamosios. Pirmosios iš jų turi aiškiai ūmines infekcinio pobūdžio stadijas, kurios labiau paryškina infekcinį lėtinių ligų pobūdį. Pavyzdžiui, infekcinį juostinės pūslelinės pobūdį dar labiau atskleidžia jos sąsaja su vėjaraupiais. Per pastaruosius 30 metų užkrečiamųjų ligų skalė plėtėsi daugiausia dėl to, kad prie jų buvo priskirtos ir lėtinės, *neturinčios* aiškių ūminių stadijų. Kai nuo užsikrėtimo tokia liga iki jos pasireiškimo praeina metai ar net dešimtmečiai, įrodyti, kad ji užkrečiamoji, yra sunku.

Techninė pažanga labai padėjo spręsti dviprasmybes, susijusias su tokiomis paslaptingomis užkrečiamųjų ligų priežastimis. XX a. dešimtojo dešimt-

mečio pradžioje molekuliniu metodu buvo aptiktas su Kapoši sarkoma susijęs dedervinės virusas. Tai buvo atliekama nuo Kapoši sarkomos ląstelių pašalinant žmonių genetinę medžiagą ir nustatant, kas liko. Panašiu būdu perpilamame kraujyje buvo aptiktas hepatito C virusas.

Šiais atvejais buvo nustatyti aiškūs epidemiologiniai infekcijos agento buvimo požymiai. Kai ligos priežastis buvo atskleista, nereikėjo įveikti įsišaknijusios nuomonės, kad ligos priežastys yra neinfekcinės. Jei kyla abejonių, tada įrodymai turi būti labiau įtikinantys. Šiuo metu įnirtingai ginčijamasi dėl šizofrenijos, aterosklerozės, Alzheimerio ligos, krūtų vėžio ir daugelio kitų ligų kilmės.

Molekulinės ir bioinformacinės technologijos pažanga yra pasiruošusi padėti tuos prieštaravimus išspręsti. Jų potencialą rodo du atradimai, kurie šiuo metu atrodo labai naujoviški, bet netrukus bus laikomi tik paprastais pirmaisiais žingsniais. Maždaug prieš 10 metų vienas Stanfordo universiteto tyrėjų grupės narys nuo kito nario nugremžė dviejų dantų dėmeles ir padaugino jų medžiagos DNR. Buvo aptiktos gana unikalios daugiau kaip trisdešimties naujų biologinių rūšių sekos. Tas radinys parodė iššūkio mastą – įvertinant infekcijos priežasties hipotezę, reikia atidžiai apžiūrėti dešimtis ar net šimtus tūkstančių virusų ir bakterijų.

Antrasis atradimas leidžia bent akies krašteliu pažvelgti, kaip galima imtis spręsti šį iššūkį. Prostatos naviko pavyzdžiai buvo tiriami lyginant su komplektu, turinčiu 20 000 DNR gabalėlių, paimtų iš visų žinomų virusų. Rezultatai parodė gan glaudų ryšį su vienu neaiškiu retrovirusu, giminingu tam, kuris puola peles. Jei tas virusas yra prostatos vėžio priežastis, tai jis lemia tik mažą dalį šio vėžio atvejų vyrams, turintiems ypatingą genetinį foną.

Šia liga sergantiems ligoniams, neturintiems tokio genetinio fono, buvo nustatyti kiti virusai. Todėl reikia ne tik patikrinti tūkstančius virusų, norint surasti, kuris iš jų susijęs su kokia nors lėtine liga, bet net ir nustačius jis gali būti tik vienas iš galbūt daugelio infekcijos priežasčių.

Šiuo metu tiriant krūties vėžį svarstomos daugelio ligos sukėlėjų bei įgimto polinkio sirgti šia liga problemos. Žinomi trys virusai, susiję su krūties vėžiu: pelių krūtų naviko, Epšteino-Baro (*Epstein-Barr*) ir žmonių papilomos. Tyrėjai dar tebesiginčija, ar šias sąsajas galima laikyti ligos priežastimi. Jei galima, tuomet tie virusai gali lemti maždaug 50–95 % krūties vėžio atvejų, priklausomai nuo to, kokiu mastu jie veikia sinergiškai. Be abejo, netrukus bus

panaudota matricų technologija tokiai galimybei įvertinti ir nustatyti kitiems virusams, kurie gali būti susiję su krūties vėžiu.

Tačiau čia reikėtų perspėti dėl vieno dalyko. Ši technologinė pažanga pateikia sudėtingų būdų, kaip nustatyti ligos sukėlėjų ir pačios ligos ryšį. Jie nepanaikina prarajos tarp ryšio ir priežasties. Galima tikėtis, kad, atlikus daugelį tyrimų, bus suprasta visa patologija – nuo molekulinio lygio iki ligonio. Tačiau, pereinant nuo molekulinio prie makroskopinio lygio, interpretavimo tikslumą blogina sudėtingas sąveikų tinklas. Tos sąveikos veikia ypač lėtines ligas. Lėtinėms žmonių ligoms nagrinėti gyvūnų modeliai dažniausiai netinka, nes pastarųjų ligos beveik niekada visiškai nesutampa su žmonių ligomis.

Manau, vienintelis būdas šiai sunkiai problemai išspręsti – pagerinti technologinę pažangą, klinikiniais tyrimais išradingai nustatant galimus ligos sukėlėjus. Tie klinikiniai tyrimai turi naudoti ypatingas būsenas, tarkim, laikiną imuniteto susilpninimą, kad būtų galima nustatyti tas infekcijas, kurios suaktyvėja paaštrėjant tiriamai lėtinei ligai. Tokią koreliaciją tada reikėtų tikrinti ieškant ligos sukėlėjo; tam reikėtų gydyti paaštrėjusią infekciją siekiant nustatyti, ar infekcijos slopinimas yra susijęs su ligos pagerėjimu.

Kodėl šis procesas esamą padėtį pakeis? Tiems iš mūsų, kurie gyvena klestinčiose šalyse, infekcinės priežastys yra įtrauktos į daugumos labiausiai paplitusių mirtinų ligų (vėžio, infarkto, insulto, Alzheimerio ligos) sukėlėjų sąrašą, tačiau nėra laikomos svarbiausiais jų sukėlėjais. Infekcija gali lemti ir daugumą ne mirtinų, bet luošinamųjų ligų (artritas, fibromialgija, Krono liga), kurių priežastis neaiški. Jei bus nustatytos infekcinės tų ligų priežastys, tai iš medicinos istorijos žinoma, kad greičiausiai bus išgydomos.

Pagrįstas grynasis viso to efektas turėtų būti sveiko gyvenimo trukmės pailgėjimas dviem ar trimis dešimtmečiais. Gyvenimo trukmė tada priartėtų prie natūraliosios atrankos apibrėžtos ribos, taigi maždaug prie 95–105 metų. Tada būtų galima tikėtis, kad žmonės išliktų sveiki iki 90–100 metų; sulaukus tokio amžiaus, jų būklė pradėtų greitai blogėti. Toks demografinis perėjimas prie sveiko ilgaamžiškumo padidintų žmonių produktyvumą, sumažintų sveikatos priežiūros išlaidas ir pagerintų gyvenimo kokybę. Trumpai tariant, tai būtų vienas iš didžiausių medicinos indėlių.

# BIOLOGINIAI PSICHINIŲ LIGŲ POŽYMIAI

## ERIC KANDEL

ERIKAS KANDELIS yra neuromokslininkas ir Kolumbijos universiteto profesorius. 2000 m. jis gavo fiziologijos ir medicinos Nobelio premiją ir yra knygos „Atminties ieškojimas: naujojo mokslo apie psichiką atsiradimas“ (*In Search of Memory: The Emergence of a New Science of Mind*) autorius.

Biologija apskritai, ypač psichikos biologija, tapo galingomis mokslo disciplinomis. Tačiau dabartiniam psichikos mokslui labiausiai trūksta biologinio beveik visų psichinių ligų pagrindimo. Biologinis šizofrenijos, maniakinės-depresinės ligos, vienpoliarės depresijos, nerimo būsenų ar maniakinių sutrikimų supratimas reikštų psichikos biologijos paradigmos pasikeitimą. Tai ne tik duotų informacijos apie kai kurias iš pačių pražūtingiausių žmonijos ligų, bet ir dėl to, kad tai minčių ir jausmų ligos, ir daugiau sužinotume, kas esame ir kaip funkcionuojame.

Norėdamas parodyti, kaip labai trūksta mokslo žinių šioje srityje, šią problemą pateiksiu istorinėje perspektyvoje su dviem įvadiniais savo komentarais.

Pirmasis: XX a. septintąjį dešimtmetį, kai buvau Harvardo medicinos mokyklos Psichinės sveikatos centro Masačusetse psichiatrijos rezidentas, dauguma psichiatrų manė, kad svarbiausi socialiniai elgesio veiksniai visiškai

nepriklauso nuo biologinių veiksnių ir jie veikia skirtingus psichikos aspektus. Todėl psichinės ligos buvo skirstomos į dvi svarbiausias grupes pagal numanomus jų kilmės skirtumus: organines ir funkcines.

Ši klasifikacija, kurios pradžia siekia XIX a., atsirado iš mirusių psichinių ligonių smegenų skrodimo rezultatų. Smegenų tyrimo metodai tuo metu buvo labai riboti, kad būtų galima aptikti subtilius anatominius pokyčius. Todėl tik tie psichikos sutrikimai, dėl kurių žūsta daug nervų ląstelių ir smegenų audinių, pavyzdžiui, Alzheimerio, Hantingtono ligos ir lėtinis alkoholizmas, buvo priskirti prie organinių ligų, ir manyta, kad jų priežastys yra biologinės.

Šizofrenija, įvairios depresijos, nerimo būsenos nesukeldavo lengvai aptinkamų nervų ląstelių žuvimo ar kitokių akivaizdžių smegenų anatomijos pokyčių, todėl jos buvo priskiriamos prie funkcinių psichinių ligų, kurių pagrindas nėra biologinio pobūdžio. Vadinamosios funkcinės psichinės ligos dažnai būdavo paženklintos ypatingomis socialinėmis stigmomis, nes buvo sakoma, kad „jos visos yra tik ligonio psichikoje“. Tai lydėdavo spėlionė, kad ta liga galėjo pereiti iš jo tėvų.

Per 40 metų buvo pasiekta pažanga, ir dabar matome, kad į psichikos mokslus ateina nauja paradigma, pakeisianti senąją. Jau nebemanome, kad tik kai kurios ligos paveikia psichines būsenas ir lemia biologinius smegenų pokyčius. Tiesą sakant, naujasis psichikos mokslas remiasi principu, kad visi psichiniai procesai yra biologinės kilmės. Visi priklauso nuo molekulinių ir ląstelinių procesų, vykstančių „mūsų galvose“ tiesiogine to žodžio prasme. Todėl bet kokie šių procesų sutrikimai ar pokyčiai privalo turėti biologinį pagrindą.

2001 m. manęs ir velionio Makso Kaueno (*Max Cowan*) paprašė parašyti žurnalui *Journal of the American Medical Association* apžvalginį straipsnį apie molekulinį-biologinį indėlį į neurologiją. Jį rašydami, buvome priblokšti, kaip radikaliai molekulinė genetika pertvarkė neurologiją. Nusistebėjau, kodėl molekulinė biologija panašiu būdu nepaveikė psichiatrijos. Pagrindinė priežastis ta, kad neurologinės ligos nuo psichinių skiriasi keliais svarbiais požymiais.

Neurologija ilgą laiką rėmėsi žiniomis, su kuria smegenų vieta konkreti liga yra susijusi. Neurologijai labiausiai rūpinčios ligos – insultai, navikai ir degeneracinės smegenų ligos – smegenyse sukelia aiškiai pastebimus struktūrinius sužalojimus. Tų sutrikimų tyrimai parodė, kad neurologijoje svarbiausias dalykas yra vieta.

Beveik 100 metų žinojome, jog Hantingtono liga yra smegenų uodeguotojo branduolio, Parkinsono liga – juodosios medžiagos, o amiotrofinė lateralinė sklerozė (*ALS*) – motorinių neuronų sutrikimas. Žinome, kad kiekviena iš šių ligų lemia ryškų judėjimo sutrikimą, nes kiekviena iš jų paveikia vis kitokią motorinės sistemos dalį. Be to, buvo nustatyta, kad neurologinės ligos: Hantingtono, *fragile X* protinis atsilikimas, kai kurios *ALS* formos ir ankstyvoji Alzheimerio ligos stadija yra paveldėtos palyginti paprastu būdu. Tai kelia mintį, kad kiekvienos iš šių ligų priežastis yra koks nors atskiras sugedęs genas.

Todėl nustatyti tuos genus ir apibrėžti mutacijas, sukeliančias tas ligas, buvo palyginti lengva. O nustačius mutaciją tampa įmanoma surasti mutuojantį geną kirmėlėse, musėse bei pelėse ir šitaip atskleisti ligos sukėlimo mechanizmą (kaip tie genai sukelia ligą).

Taigi per pastaruosius 20 metų įvyko revoliucinis neurologijoje perversmas, kurį sukėlė molekulinė genetika. Kadangi jau žinome konkrečių genų buvimo vietą, tapatybę ir veikimo mechanizmą, tai neurologinių sutrikimų diagnozė jau nebesiremia vien tik elgesio simptomais. Tiesą sakant, neurologai netgi įvedė naujas diagnostines neurologinių ligų kategorijas, sakykim, jonų kanalopatija (šeiminis periodinis paralyžius, kuriam būdingas jonų kanalų baltymų funkcijos nukrypimas nuo normos) ir trinukleotidų pasikartojimo sutrikimai (Hantingtono liga ir *fragile X* sindromas, kuriems būdinga nenormali ir nestabili trumpų pasikartojančių DNR molekulės elementų replikacija; tai pakeičia susidarančio baltymo funkcionavimą).

Tos naujos diagnostinės kategorijos remiasi ne simptomatologija, o blogu konkrečių genų, baltymų, neuroninių organelių ar neuroninių sistemų veikimu. Be to, molekulinė genetika leido pažvelgti į neurologinių ligų patogenezės mechanizmus; prieš 20 metų tai padaryti nebuvo įmanoma. Todėl gydytojai, be ligonių apžiūrėjimo kabinete, gali nagrinėti ir smegenų skleistines, norėdami nustatyti, kaip sutrikimas paveikė konkrečius regionus, ir užsakyti testus, galinčius parodyti, kaip sutriko konkrečių genų, baltymų ir nervų ląstelių sudedamųjų dalių veikimas.

Priešingai puikiam molekulinės genetikos indėliui į neurologiją, psichiatriją pirmoji paveikė kol kas labai nedaug. Galima būtų paklausti kodėl.

Psichinių ligų priežastis atsekti daug sunkiau, negu nustatyti struktūrinius smegenų pažeidimus. Tie patys veiksniai, kurie įrodė savo naudingumą,

nagrinėjant neurologines ligas, nagrinėti psichinių ligų nepadėjo. Per 100 metų vykdyti mirusių psichinių ligonių smegenų skrodimai taip ir neatskleidė aiškių lokalizuotų smegenų pažeidimų, kokius padaro neurologinės ligos. Be to, psichinės ligos reiškia aukštesnės psichinės funkcijos sutrikimus.

Nerimo būsenos bei įvairios depresijos yra emocijų, o šizofrenija – mąstymo sutrikimas. Emocijos ir mąstymas yra sudėtingi psichiniai procesai, vykstantys dalyvaujant sudėtingiems nervų tinklams. Dar visai neseniai mažai tebuvo žinoma apie nervų tinklus, dalyvaujančius normaliuose mąstymo ir emocijų procesuose.

Be to, nors dauguma psichinių ligų turi svarbią genetinę sudedamąją dalį, paprasto paveldėjimo modelių jas tirdami nematome, nes jos atsiranda ne dėl kokio nors vieno geno mutavimo. Nėra kokio nors vieno geno, sukeliančio šizofreniją, nerimą, depresiją ir daugumą kitų psichinių ligų. Tad manoma, jog genetinių tų ligų elementų atsiranda, keliems genams sąveikaujant su aplinka. Tikėtina, kad kiekvieno iš tų genų poveikis palyginti nedidelis, tačiau visi kartu sudaro genetinį polinkį tam ar kitam sutrikimui.

Daugumą psichikos sutrikimų sukelia tie genetiniai polinkiai ir kai kurie papildomi aplinkos veiksniai. Pavyzdžiui, tapatūs dvyniai turi tapačius genus, todėl jei vienas iš jų sirgs Hantingtono liga, tai sirgs ir kitas. Tačiau jei vienas sirgs šizofrenija, tai yra tik 50 % tikimybė, kad ja susirgs ir kitas. Šizofrenijai sukelti reikia kai kurių negenetinių veiksnių poveikio ankstyvojoje gyvenimo stadijoje (infekcija gimdoje, bloga mityba, stresai arba seno tėvo sperma). Kadangi paveldėjimo modeliai sudėtingi, dar nėra nustatyta dauguma genų, susijusių su svarbiausiomis psichinėmis ligomis, ir dar neturime patenkinamų gyvūninių daugumos psichinių ligų modelių.

Tai ko gi tada reikia, kad psichines ligas geriau suprastume biologiškai? Labai svarbūs yra du pradiniai reikalavimai, kuriuos iš principo įmanoma įvykdyti per du ateinančius dešimtmečius:

1. Reikia *nustatyti biologinius psichinių ligų požymius*, kad galėtume suprasti anatominį jų pagrindą, objektyviai diagnozuoti ir sekti, kaip jos reaguoja į gydymą. Kai kurių ligų pradžia matyti: depresijos – ji susijusi su hiperaktyvumu 25-ame Brodmano lauke prefrontalinėje smegenų žievės dalyje; taip pat nerimo būsenų, kai hiperaktyvumas

būdingas migdoliniam kūnui, bei obsesinės-kompulsinės neurozės – atsiranda sutrikimų dryžuotajame kūne.

2. Reikia *nustatyti genus*, sukeliančius įvairias psichines ligas, kad galėtume suprasti biologinį jų pagrindą.

Tie du pasiekimai padidintų gebėjimą tuos sutrikimus geriau suprasti ir anksčiau atpažinti. Atsirastų naujų būdų psichinėms ligoms gydyti; gydant depresiją, bipolinius sutrikimus ir šizofreniją jau daugiau kaip 20 metų juntamas farmakologinis sąstingis.

# PRIPAŽINIMAS, KAD KŪNAS – NE MAŠINA

## RANDOLPH NESSE

RANDOLFAS NESĖ yra Mičigano universiteto psichiatras ir knygos „Kodėl susergame: naujasis darvininės medicinos mokslas“ (*Why We Get Sick: The New Science of Darwinian Medicine*) autorius kartu su Džordžu Viljamsu (*George C. Williams*).

Daugelis žmonių mano, kad genų inžinerija pakeis viską, net mūsų kūną ir protą. Ilgainiui taip ir bus, tačiau jau ir dabar mėginimai panaudoti naujas genetikos žinias turi akivaizdžių padarinių ne tik kūnui, bet ir tam, kaip jį suprantame. Tie mėginimai atskleidžia, kad labiausiai paplitęs žmogaus kūno lyginimas su mašina iš esmės yra neteisingas. Kūnas ne mašina, jie labai skiriasi; tai atrankos sukurtas darinys su sistemomis, nepanašiomis į nieką, ką inžinierius galėtų suprojektuoti. Kūno palyginimo su mašina pakeitimas labiau biologiniu požiūriu į jį iš pagrindų pakeis visą biologiją.

Perėjimas prie jo bus sunkus, nes kūno lyginimas su mašina labai pravertė: padėjo greičiau ištrūkti iš vitalizmo ir skatino nagrinėti sudedamąsias kūno dalis, jų ryšius ir funkcijas, tarsi jos būtų sukurtos kažkokio nepaprastai išmaningo kosminio inžinieriaus. Jis leido kūną aiškinti braižant jo schemas, tarsi jo dalys būtų kažkokio labai gero prietaiso dėmenys. Remiantis kūno lyginimu su mašina, vitalizmą pakeitė nuodugnus kūno mechanizmų supratimas.

Tačiau dabar genetikos pažanga atskleidžia šio lyginimo ribotumus. Pavyzdžiui, prieš 10 metų buvo priimtina manyti, kad surasime genus, suke-

liančius bipolinį sutrikimą. Nauji duomenys tokias viltis išsklaidė. Bipolinę ligą sukelia ne nuoseklūs genetiniai pokyčiai, lemiantys didelius padarinius; ją gali paskatinti daug įvairių mutacijų arba dešimčių genų mažyčių padarinių sąveika.

Genus mėgstame laikyti informacijos kvantais, manyti, kad jų baltymai atlieka konkrečias funkcijas. Tačiau iš tikrųjų daugelis genų reguliuoja kitų genų veiklą, kurie atsakingi už vystymosi kelius, veikiamus aplinkos veiksnių, kuriuos aptinka dar kitos kūno sistemos, nepanašios į jokios mašinos sistemas.

Net pats žodis „reguliuoti" kelia mintį apie darnų planavimą, o tikrovėje turime sistemas, kurios veikia vienokiu ar kitokiu būdu, jų veikimo mechanizmai tokie supainioti, kad nesugebame iki galo aprašyti. Sugebame nustatyti gliukozės reguliavimo pagrindinius žaidėjus – insuliną ir gliukagoną – žinome, kad migdolinis kūnas reaguoja į grėsmes ir netektis.

O kaip dėl detalių? Dešimtys genų, hormonų ir nervų kelių veikia vieni kitus sąveikose, kurių neįmanoma aprašyti, net kai jie daro tai, ką reikia daryti. Lygindami kūną su mašina, darėme prielaidą, kad jis nepaprastai sudėtingas. Tačiau dar reikia mokytis pripažinti, jog kai kurios išsivysčiusios sistemos gali būti tokios sudėtingos, kad jų tiesiog *neįmanoma aprašyti*.

Neįmanomas aprašyti sudėtingumas nereiškia nieko antgamtiško, kūnai ir jų kilmė yra grynai fiziniai dalykai. Tai irgi neturi nieko bendro su vadinamuoju neįmanomu sumažinti sudėtingumu – paskutiniu kreacionistų bastionu, jiems skausmingai stengiantis išvengti neintelektinio susikūrimo realybės. Tačiau toks sudėtingumas neatitinka neadekvatumo modelių, sukurtų stengiantis patenkinti mūsų preferencijas diskretinėms kategorijoms, konkrečioms funkcijoms, vienos krypties priežastinėms strėlėms.

Mėginimai aprašyti kūną kaip mašiną yra ne tik neadekvatūs, bet dar blogiau – jie skatina netikslius per didelius supaprastinimus. Kai kurių kūno sistemų neįmanoma aprašyti paprastai, kad tie aprašymai būtų patenkinami. Kitų neįmanoma adekvačiai aprašyti net pačiais sudėtingiausiais modeliais, kokius tik įmanoma įsivaizduoti.

Bet tai nereiškia, kad turėtume pasiduoti. Judėjimas prie labiau evoliucinio požiūrio į organizmus supratimą padidins. Svarbiausia yra pripažinti, kad kūnas nėra mašina. Man patinka įsivaizduoti kūną kaip *Rube Goldberg* mašiną, kurią modifikavo ištisos aklų meistrų kartos. Toje mašinoje neaiškiai

atskirtas dalis sujungia ne keletas virvučių ir skridinių, o daugybė mechanizmų, sąveikaujančių tokiais būdais, kurių ne tik neįsivaizduotų, bet ir netoleruotų joks inžinierius. Tačiau net ir toks palyginimas turi trūkumų. Kūnas yra kūnas, ir niekas daugiau. Kai pripažinsime, kad kūnai yra kūnai, o ne mašinos, pasikeis viskas.

# PATS ORGANIZMAS KAIP ATSIRANDANTI PRASMĖ

## BRIAN GOODWIN

BRAJANAS GUDVINAS yra Jungtinės Karalystės Šumacherio koledžo biologas ir knygos „Kaip leopardas pakeitė savo dėmes: sudėtingumo evoliucija“ (*How the Leopard Changed Its Spots: The Evolution of Complexity*) autorius.

Tikiuosi, kad biologija patirs pertvarkomąjį perversmą, panašų į tą, kuris įvyko fizikoje beveik prieš 100 metų, atsiradus kvantinei mechanikai. Biologijoje tai apims suvokimą, kad, norint suprasti genų veiklos vystymosi procese sudėtingumą, reikia atsisakyti vyraujančio vietinio mechaninio priežastingumo modelio. Jo vietoje atsiras interaktyvių santykių genų transkripcijos tinkluose modelis, panašus į kalbos žodžių sąveikų modelį, kuriame dviprasmiškumas, neaiškumas yra svarbus kuriant atsirandančiai prasmei, kuri būtų jautri kultūros istorijai ir kontekstui.

Pats organizmas yra atsirandanti vystymosi proceso prasmė, įsikūnijusi forma, jautri ir istoriniam apribojimui genomo ribose, ir aplinkos kontekstui (tai matome adaptaciniame evoliucijos kūrybiškume). Naujausi tyrimai atskleidė, kad genai yra ne nepriklausomi informacijos vienetai, kuriuos būtų galima perduoti iš vienų organizmų kitiems, siekiant pakeisti fenotipus, o sudėtingų tinklų dėmenys, veikiantys kartu morfogenetiniame procese, gaminančiame formą, susijusią su funkcija, kaip įsikūnijusią prasmę.

Svarbiausia šio atradimo biologijoje pasekmė yra suvokimas, kad žmonių kūrybiškumo (pasireiškiančio kultūroje) atskyrimas nuo gamtos kūrybiškumo (pasireiškiančio evoliucijoje) yra klaida. Jų sąsaja yra stipresnė, nei manyta anksčiau. Žmonės yra įsiterpę į gamtą ir priklauso nuo jos. Tai tapo labai aišku pastaruoju metu, kai mūsų ekonominė sistema žlugo kartu su daugelio svarbiausių ekosistemų žlugimu, nes nesugebėjome ekonominės žmonių veiklos integruoti į gamtos sistemą, padaryti ją tvaria Gėjos reguliavimo tinklų dalimi. Dabar sulaukėme skaudžių klimato pokyčių, kurie pareikalaus pokyčių technlogijose, susijusiose su energijos generavimu, žemdirbyste, kelionėmis ir apskritai su gyvenimo būdu.

Pripažinimas, kad kultūra yra įsiterpusi į gamtą, nėra toks akivaizdus, bet jis, mano nuomone, atsiras kaip sudedamoji biologijos perversmo dalis. Biologai supras, kad visa gyvybė – nuo bakterijų iki žmonių – apima kūrybinį procesą, besiremiantį natūraliomis kalbomis, kaip jos gebėjimo generuoti save ir nepaliaujamai kūrybiškai keistis, pagrindu. Genų veiklą organizmuose reguliuojančių molekulinių tinklų sudėtingumas atskleidžia struktūrą ir dinamiką, kurios turi kalboms būdingas į save panašias charakteristikas ir tolimąją jų tvarką.

Rišli organizmo forma atsiranda jam vystantis kaip įsikūnijusi istorinio genetinio teksto prasmė. Ji susikūrė likviduojant dviprasmybes ir daugelį formos galimybių, pasirenkant tinkamą funkcinę tvarką, rodančią jautrumą kontekstui. Toks kalbos naudojimas visose jos raiškose humanitariniuose ir tiksliuosiuose moksluose sudaro kultūrinio kūrybiškumo esmę.

Gilius koncepcinius šiuo metu vykstančius biologijos pokyčius laikau preliudija ir priedu tų pokyčių, kurie vyksta kultūroje, lengvindami juos ir vesdami į naują tvaraus gyvenimo mūsų planetoje amžių.

# GREITESNĖ EVOLIUCIJA REIŠKIA ETNINIŲ SKIRTUMŲ PAGAUSĖJIMĄ

## JONATHAN HAIDT

DŽONATANAS HAITAS yra Virdžinijos universiteto psichologijos profesorius ir knygos „Laimės hipotezė: modernios tiesos ieškojimas senojoje išmintyje" (*The Happiness Hypothesis: Finding Modern Truth in Ancient Wisdom*) autorius.

Labiausiai atstumianti idėja per pastaruosius 40 metų buvo mintis, kad rasinių ir etninių grupių elgesio skirtumai turi genetinį pagrindą. Nieko nežinodamas apie ilgalaikį atstumiantį šios idėjos poveikį, ja patikėjęs, žmogus turėtų prognozuoti, kad, atskleisdami viso pasaulio žmonių genomus, aptiksime didesnių skirtumų, negu dauguma mokslininkų dabar tikisi. Tokie lūkesčiai galų gale remiasi ne vien tik šiuo metu turimais įrodymais. Jie yra šališki, net jei ir nelabai, dėl tyrėjų nuojautų, o tos nuojautos apima ir pasibjaurėjimą rasizmu.

Nuo seno buvo siena, skirianti rimtus evoliucinius tyrimus nuo kaltinimų rasizmo kurstymu bei pagalba jam. Ta siena – tai įsitikinimas, kad genetiniai pokyčiai vyksta taip lėtai, kad per 50 000 metų nuo žmonių išplitimo už Afrikos ribų atrankos veiksniams tiesiog nepakako laiko esmingiau pakeisti genomą, išskyrus pačius paprasčiausius jo aspektus (pavyzdžiui, odos spalvą ar nosies formą, prisitaikant prie šalto klimato). Todėl evoliucinė psichologija

sutelkė dėmesį į pleistoceną – laikotarpį, prasidėjusį prieš 1,8 mln. metų ir trukusį iki žemės ūkio atsiradimo. Per jį žmonija prisitaikė prie medžiotojų-rinkėjų gyvenimo būdo.

Tačiau bloga lemiantis ženklas akivaizdus. Rusų mokslininkai XX a. dešimtajame dešimtmetyje įrodė, kad stiprus atrankos spaudimas – atrinkimas iš kiekvienos vados tik pačių ramiausių lapiukų ir tolesnis jų veisimas – leido per tik trisdešimt kartų išvesti iš esmės visai naują rūšį, kuri nuo kitų rūšių skyrėsi kūno ir elgesio ypatumais.

Žmonėms tam reikėtų apie 750 metų. Žmonės greičiausiai niekada nepatyrė tokio stipraus atrankos spaudimo tokį ilgą laiką, tačiau jie tikrai patyrė daug silpnesnius atrankos spaudimus, trukusius daug ilgiau; prie jų kai kurie paveldimi asmenybės bruožai prisitaikė geriau už kitus. Logiška manyti, kad vietiniai gyventojai (ne visame žemyne paplitusios „rasės“) prie vietinių aplinkybių prisitaikė per vadinamąją koevoliuciją, kai genai ir kultūros elementai tolydžio kinta ir daro įtaką vieni kitiems.

Geriausiai dokumentuotas šio proceso pavyzdys yra genetinių mutacijų koevoliucija, leidžianti suvirškinti laktozę suaugusiajam, atsiradus kultūrinei naujovei laikyti gyvulius ir gerti jų pieną. Per pastaruosius 10 000 metų šis procesas vyko kelis kartus, apėmė ne visas „rases“, o tik gentis ar dideles grupes, prisijaukinusias galvijus.

Naujausi žmonių populiacijų genomų tyrimai parodė, jog per pastaruosius 5–10 000 metų pasikeitė šimtai genų, šitaip reaguojant į vietinius atrankos spaudimus (žr. Bendžamino Voigto (*Benjamin Voigt*), Skoto Viljamsono (*Scott Williamson*) ir Briuso Lano (*Bruce Lahn*) straipsnius). Per kelis tūkstantmečius neįmanoma sukurti nuo nulio jokių naujų psichikos modulių, tačiau nedideli esamų mechanizmų pokyčiai gali vykti greitai, o maži genetiniai pokyčiai gali itin paveikti elgseną, kaip kad atsitiko tiems rusų lapiukams. Todėl reikia pradėti žiūrėti už pleistoceno ribų, atkreipti dėmesį ir į holoceną, į pastaruosius 10 000 metų. Tai buvo laikotarpis, paplitus žemdirbystei, kai genetiniai pokyčiai paspartėjo, labai daugėjant būdų, kuriais žmonės užsitikrindavo pragyvenimą, sudarinėjo didesnes sąjungas, kariavo, varžėsi dėl išteklių ir partnerių poruotis.

Ši apsauginė siena jau ruošiasi sugriūti, ir gali pasipilti patys įvairiausi nepatogūs reikalavimai ir pretenzijos. Odos spalva neturi jokios moralinės

reikšmės, tačiau bruožai, kurie lėmė darvininę sėkmę vienoje iš daugelio holoceno gyvenimo nišų bei užsiėmimų – kolektyvizmas, klanai, agresyvumas, romumas ar gebėjimas nukelti tolyn atlygio gavimą – dažnai yra laikomi dorybėmis ar ydomis.

Dorybių įgyjama pamažu, praktikuojantis kultūros kontekste, bet atradimas, jog gali būti su etniškumu susijusių genetinių variacijų, kaip lengvai žmonės gali įgyti konkrečių dorybių, gali tapti (ir, mano nuomone, taps) keičiančiu žaidimą mokslo įvykiu.

(Etniškumo sąvoką taikau bet kokiai grupei žmonių, manančių esant bendros kilmės, ar kurie iš tikrųjų yra bendros kilmės, ir kad ta bendra kilmė reiškia bent 500 metų tvaraus atrankos spaudimo – tokio, kaip avių bandų, ryžių auginimas, maliarijos grėsmė ar kastinė socialinė santvarka – kuris buvo palankus vieniems paveldimiems elgsenos polinkiams ir nepalankus kitiems.)

Manau, tie XX a. dešimtojo dešimtmečio ginčai dėl rasių intelektualumo skirtumų atrodys švelnūs ir trumpalaikiai, palyginti su artėjančiais ginčais dėl etninių skirtumų moralizuotų bruožų. Prognozuočiau, kad tokie ginčai įsiliepsnos 2012–2017 m.

Yra pagrindo tikėtis, kad pamažu pasieksime sutarimą, kuris nepadės rasizmui ir nekurstys jo. Tikiu – bus rasta dešimtys ar šimtai etninių skirtumų, taigi bus galima sakyti, kad bet kuri grupė ir bet kuris individas turi daug stipriųjų savybių ir keletą silpnybių; visos jos priklausys nuo konteksto. Be to, tie grupių skirtumai greičiausiai bus maži, palyginti su didžiuliais skirtumais etninių grupių *viduje* ir didžiuliais bei akivaizdžiais kultūrinio mokymo padariniais. Tačiau kad ir kokį sutarimą galų gale pasiektume, tai, kaip dabar galvojame apie genus, grupes, evoliuciją ir etniškumą, iš esmės pasikeis dėl neįmanomos sustabdyti Žmogaus genomo projekto pažangos.

# AFRIKA

## JAMES J. O'DONNELL

DŽEIMSAS O'DONELIS yra filologas klasikas bei Džoržtauno universiteto prorektorius ir knygos „Romos imperijos žlugimas: naujoji istorija“ (*The Ruin of the Roman Empire: A New History*) autorius.

„Afrika“ – štai koks būtų trumpas atsakymas į *Edge* klausimą. Tačiau jį reikia paaiškinti.

Istorikai keistus keičiančius žaidimą reiškinius sugeba numatyti ne geriau už ekonomistus. Maro epidemija, branduolinis holokaustas, susidūrimas su asteroidu ar tiesiog nenugalabintas diktatorius, vadovaujantis didžiulei karo mašinai – tai gali viską labai pakeisti, ir visada bus netikėta.

Tačiau makroskopiniame lygyje ateities įvykius numatyti lengviau, tik sunku tiksliai prognozuoti jų laiką. Plėtra to, ką mano kolega įžymus aplinkos istorikas Džonas Maknylas (*John McNeill*) vadina „žmonių tinklu“, ir kas sudarytų visą planetą apimantį tarpusavio priklausomybėmis susietų visuomenių tinklą, yra tiesiog neišvengiamas dalykas, bet tam reikės daug laiko.

Roma, Persija ir senovės Kinija buvo sukūrusios imperijų tinklą, apimantį nuo Atlanto iki Ramiojo vandenyno, tačiau jos taip ir neužmezgė vaisingų tarpusavio ryšių, o jų imperijomis besiremiantis „globalizacijos“ modelis subyrėjo senųjų amžių pabaigoje. Tada atsirado religija pagrįsti modeliai, išsiplėtė krikščionybės ir islamo valdos. Tai buvo netikėta raida, bet ji pasiekė tik tiek.

Tai truko iki naujųjų amžių pradžios; prireikė naujų technologijų, kad susikurtų tikras visuomenių „pasaulinis tinklas“. Net ir tada labai ilgą laiką raida buvo eurocentrinė. Dabar, mūsų laikais, matome vieną reikšmingą kei-

čiantį žaidimą veiksnį. Per pora pastarųjų dešimtmečių eurocentrinį ekonominės ir socialinės plėtros modelį užliejo staigus didelių naujų šalių su rinkos ekonomika – Kinijos, Indijos ir Brazilijos – ir daugelio mažesnių iškilimas.

Mano jaunystės dienų viltis, kad užsienio pagalba padės neturtingoms šalims tapti savarankiškomis, išsipildė, kartais sukeldama mūsų blogai slepiamą nusivylimą, nes staiga pamatėme – su jomis reikia varžytis dėl plieno, naftos ir kitų išteklių, staiga supratome, kad mūsų produktams reikia konkuruoti su kitų ekonomikų produkcija. Ir net pradedame galvoti, ar iš tikrųjų norėjome, kad žaidimas pasikeistų. Šis dabartinis nuosmukis yra neišvengiama antroji tos pasaulio bendruomenės plėtros stadija, o jį pakeisiantis pakilimas bus neišvengiamas trečiasis etapas (tikimės, kad jis ateis jau netrukus).

Bet mūsų laukia didelis skurdo ir galimybių rezervuaras – Afrika. Pirmasis žmonijos žemynas, jos tėvynė, labai ilgai buvo pasmerktas ligoms, skurdui, o kartais ir neįtikėtinai blogam valdymui. Šiuo metu daugelyje vietų matyti pažanga, bet tebėra ir akivaizdžių nesėkmių. Tai negali ilgiau tęstis. Galutinis klausimas, su kuriuo susiduria istorinė žmonijos raida, yra toks: ar visa žmonių šeima, įskaitant ir beveik milijardą Afrikos gyventojų, galės kartu pasiekti tvarius sveikatos ir komforto lygius?

Kada tai sužinosime? Tai bauginantis klausimas. Ateities grafikas mus tai iškelia, tai nuleidžia, grumiantis su sunkumais, kuriuos patys ir susikūrėme. Jau ilgai negalime pasiekti visiškos sėkmės, o Afrika ir kitų žemynų nesėkmės ištiktos šalys stovi ir laukia. Kiek jos lauks? Dešimtmečius? Šimtmečius? Dėl ateities nėra jokių garantijų. Tačiau, galvodami apie finansines dabarties krizes, turime prisiminti: yra pavojus ne tik turtingų šalių komfortui ir klestėjimui, bet ir skurdžiausių šalių egzistencijai.

# PASAULĮ PAKEIS GNOSEOLOGIJA

## LERA BORODITSKY

LERA BORODICKI yra Stanfordo universiteto psichologijos, neuromokslų ir simbolių sistemų docentė.

Yra toks senas anekdotas apie fiziką, biologą ir gnoseologą, kurių paprašė įvardyti įspūdingiausius naujausių laikų išradimus ar mokslo pasiekimus. Fizikas nedvejodamas pareiškė:

– Tai kvantinė teorija. Ji visiškai pakeitė tai, kaip suprantame materiją.

Biologas paprieštaravo:

– Ne, tai DNR atradimas, nes jis visiškai pakeitė tai, kaip suprantame gyvybę.

Gnoseologas pažvelgė į vieną, pažvelgė į kitą ir atsakė:

– Manau, tai termosas.

– Termosas? Po galais, kodėl būtent termosas?

– Na, – kantriai paaiškino gnoseologas, – jei į jį įdėsite ką nors šalto, tai jis ten toks ir liks. O jei įdėsite kažką karšto, tai ir liks karštas.

– Gerai, tik kas iš to?

– Va! – gnoseologas triumfuodamas iškėlė pirštą. – O kaip tai žinome?

Tai kelia mintį, kad būtų visiška beprotybė tvirtinti, esą pasaulį pakeis gnoseologija. Tačiau kaip tik tai ir ketinu čia daryti. Manau, supratimas, kaip žinome, ir pakeis viską. Suprasdami mechanizmus, kaip žmonės kuria žinias,

pajėgsime ištrūkti iš normalių žmogaus pažinimo ribų ir galvoti apie tai, kas anksčiau atrodė neprieinama galvojimui.

Priežastis, kodėl toks kitimas vyksta dabar, yra ta, kad šiuolaikinis kognityvinis mokslas prisiėmė empirinės gnoseologijos vaidmenį. Empirinis požiūris į žinojimo kilmę lemia užimančius kvapą proveržius ir tai, kas anksčiau buvo laikoma filosofinėmis senųjų laikų paslaptimis, paverčia tik mokslo mįslėmis.

Leiskite pateikti pavyzdį. Viena iš didžiausių psichikos paslapčių yra ta, kaip sugebame galvoti apie dalykus, kurių niekada negalime pamatyti ar paliesti. Kaip galime įsivaizduoti abstrakčius dalykus – laiką, teisingumą, idėjas – ir protauti apie juos?

Visa mūsų pasaulio patirtis yra fizinio pobūdžio, įgyta pojūčiais ir motoriniais veiksmais. Akys sugaudo nuo daiktų paviršių atsispindėjusius fotonus, ausys priima oro virpesius, kuriuos sukuria fiziniai objektai, nosis ir liežuvis surenka molekules, o oda reaguoja į fizinį spaudimą. Savo ruožtu ir mes gebame daryti fizinį poveikį pasauliui per savo motorines reakcijas, sulenkdami kelius ar lankstydami kojų pirštus lygiai tiek, kiek reikia sunkio jėgai pasipriešinti.

Tačiau vidiniai psichiniai gyvenimai eina daug toliau už to, ką duoda fizinė patirtis: išradinėjame sudėtingas skaičių ir laiko sąvokas, kuriame teorinius samprotavimus apie atomus ir nematomas jėgas, mus jaudina meilė, teisingumas, idėjos, tikslai, principai. Taigi kaip įmanoma, kad paprasti statybiniai suvokimo ir veiksmų blokai sukurtų gebėjimą samprotauti apie tokias sritis?

Ankstesni mėginimai spręsti šį klausimą mokslininkus erzino. Pavyzdžiui, Platonas darė išvadą, kad apie tokius dalykus nieko sužinoti negalime ir juos greičiausiai prisimename iš ankstesnių mūsų sielų įsikūnijimų. Kad ir koks kvailas toks atsakymas galėtų atrodyti, jis buvo pats geriausias iš tų, kuriuos gebėjome duoti per kelis pastaruosius tūkstantmečius. Net kai kurios iš mūsų elegantiškiausių ir šiuolaikiškiausių teorijų (sakykim, Noamo Čiomskio lingvistika) buvo priverstos negrabiai daryti išvadą, kad labai neįtikėtinos šiuolaikinės sąvokos, tarkim, karbiuratorius ar biurokratas, turėtų būti užkoduotos genuose (tai mažas žingsnelis pirmyn nuo idėjos apie ankstesnius mūsų sielų įsikūnijimus).

Tačiau per pastaruosius 10 metų kognityvinių mokslų tyrimai pradėjo atskleisti nervinį ir psichologinį abstrakčiojo mąstymo pagrindą, atsekti, kaip

įgyjama ir kaupiama motorinių judesių informacija, kaip ji paverčiama abstrakčiomis sąvokomis, tokiomis, kaip matematika ir laikas. Tais tyrimais buvo nustatyta, kad žmonių pažinimas net pačiu abstrakčiausiu ir sudėtingiausiu pavidalu yra giliai įsiskverbęs į procesus ir vaizdinius, sudarančius suvokimo ir motorinių veiksmų pagrindą ir nuo jų labai priklauso.

Mes išradinėjame įvairiausias sudėtingas abstrakčias idėjas, bet esame priversti tai daryti su sena įranga, su mechanizmais, kurie išsivystė judėti, valgyti, poruotis, o ne žaisti šachmatais, kurti simfonijas, projektuoti elementariųjų dalelių greitintuvus, galų gale net užsiimti gnoseologija. Gebėjimas tą seną įrangą panaudoti naujiems tikslams įgalino sukurti be galo gausų žinojimo repertuarą.

Tačiau šitai kartu reiškia ir tai, kad evoliuciniai prisitaikymai, susiję su pagrindiniais suvokimais ir motoriniais veiksmais, netyčia suformavo ir apribojo net pačias sudėtingiausias proto pastangas. Supratimas, kaip mūsų išsivystę mechanizmai padeda, o kartu apriboja kuriant žinias, leis kurti naujas žinias, senuosius psichikos mechanizmus naudojant naujais būdais arba naudojant naujus ir kitokius mechanizmus žinioms kurti ir mūsų normaliam pažinimui didinti.

Kodėl jei žinosime daugiau apie tai, kaip žinome, tas pakeis viską? Todėl, kad viskas mūsų pasaulyje remiasi žinojimu. Žmonės daug greičiau už visas kitas būtybes įgyja bei kuria didelius žinių kiekius, dalijasi, perduoda kitiems.

Visi mokslo pasiekimai, išradimai ir atradimai yra žinių kūrimo veiksmai. Mūsų civilizacija, kultūra, mokslas, menas ir technologijos yra gebėjimo įgyti ir kurti žinias padarinys. Nagrinėdami žinių kūrimo mechanizmus, artėjame prie supratimo, ką reiškia būti žmonėmis, prie pačios žmogaus prigimties. Normalių žmogaus žinių kūrimo mechanizmų supratimas leis išeiti už jų ribų. O kas yra už tų ribų, to dar nežinome.

# SOCIALINIŲ MEDIJŲ RAŠTINGUMAS

## HOWARD RHEINGOLD

HOVARDAS REINGOLDAS yra komunikacijų specialistas ir knygos „Išmaniosios minios: kita socialinė revoliucija“ (*Smart Mobs: The Next Social Revolution*) autorius.

Socialinių medijų raštingumas pakeis daug žaidimų neįmanomais numatyti būdais. Atsiradus telegrafui, buvo sukurta globalinės visur esančios plačiajuostės radijo signalų sistemos infrastruktūra, ir, be abejo, didelė interneto galia demokratizavo jo prieinamumą, tad per pora dešimtmečių naudotojų skaičius išaugo nuo tūkstančio iki milijardo. Tačiau kitų svarbių proveržių reikia laukti ne techninės ar programinės įrangos, o patyrimo (*know-how*) srityje, lygiai taip pat, kaip kad svarbiausias vėlesnis spausdinimo mašinos išradimo padarinys buvo ne spausdinimo technologijų patobulinimas, o raštingumo išplitimas. Tam vien tik spausdinimo mašinos nepakako.

Mechaninis spausdinimas Korėjoje ir Kinijoje buvo išrastas keliais šimtmečiais anksčiau nei Europoje. Dėl daugelio priežasčių spausdinimo ir žinojimo, kaip alfabetinį kodą panaudoti žinioms perduoti erdvėje ir laike, rinka ištrūko iš raštininkų elito, ją valdžiusio tūkstančius metų, rankų. Nuo apie 20 000 ranka rašytų knygų, buvusių Johano Gutenbergo (*Johann Gutenberg*) gyvenimo metu, per kelis dešimtmečius po spausdinimo mašinos išradimo jų skaičius išaugo iki kelių milijonų. O sparčiai daugėjantys raštingi Europos gyventojai pradėjo kurti mokslą, demokratiją ir pramoninės revoliucijos pagrindus.

Šiandien matome, kaip prasideda mokslo, medicinos, politikos ir socialinė revoliucijos – nuo to momento, kai epidemiologai internetu pranešė visam pasauliui apie ūmų respiracinį susirgimą iki socialinių medijų panaudojimo politinėms kampanijoms. Tačiau gyvename tik pirmaisiais socialinių medijų raštingumo metais. Ar galimybė visiems laisvai prieiti prie tų medijų sukels didžiulius mokslo ir socialinės srities pokyčius, daugiau priklauso nuo patyrimo negu nuo fizinės infrastruktūros.

Ar pirmieji religinių peticijų teikėjai Anglijos pilietinio karo metu ir spaustuvininkai, uoliai tenkinę jų poreikį platinti savo idėjas, galėjo numatyti, kad pakaks kelių žmonių kartų ir monarchus pakeis konstitucijos? Ar Rodžeris Bekonas (*Roger Bacon*) ir Izaokas Niutonas (*Isaac Newton*) galėjo pagalvoti, jog ištisi gyventojų sluoksniai, o ne tik keli privilegijuoti genijai kaups žinias ir jas panaudos technikoje? Ar galėjo tie iš mūsų, kurie naudojo lėtus modemus nespalvotam tekstui perduoti interneto gyvavimo pradžioje prieš 15 metų, numatyti *YouTube* atsiradimą?

# TEKSTO NUOSMUKIS

## MARTI HEARST

MARTI HERST yra Kalifornijos universiteto Berklyje Informatikos mokyklos kompiuterių specialistė ir knygos „Ieškokite naudotojų sąsajų“ (*Search User Interfaces*) autorė.

Kadangi esu mokslo žmogus, tai man nepatinka galvoti apie pasaulį, kuriame nebėra skaitymo ir rašymo, bet užtat yra labai populiarūs vaizdo įrašai, kuriuos lengva daryti ir platinti. Taigi tik laiko klausimas, kada tekstai ir rašytinis žodis domins tik specialistus – teisininkus ar tiesiog jo mėgėjus.

Filmai Jungtinėse Valstijose jau pakeitė knygas – perėmė svarbiausių kultūros atributų vaidmenį. O dauguma amerikiečių nemėgsta žiūrėti filmų su subtitrais. Manau, jei būtų pasirinkimas, tai dauguma amerikiečių pirmenybę teiktų pasauliui, kuriame viešpatauja vaizdai, o ne tekstas. (Nesijaučiu galinti kalbėti apie kitas kultūros sritis.) Nesenoje *Pew* tyrimų centro ataskaitoje buvo pacituotas vienas medijų pareigūnas, kuris sakė, kad elektroninio pašto žinutės su tinklalaidėmis (*podcasts*) yra atidaromos 20 % dažniau negu įprastinės reklaminės elektroniniu paštu siuntinėjamos žinutės.

Pasidomėjau ir kaip praėjusiais metais JAV prezidento rinkimų kampanijos debatuose buvo naudojami *YouTube* klausimai. Dauguma iš atrinktų piliečių pateiktų vaizdajuosčių rodė tiesiog tuos žmones, nukreipusius kameras į save ir užduodančius savo klausimus savo namų sienos fone. Nebuvo jokių vaizdinių pagražinimų, vaizdajuostėse buvo mažai to, ko klausėjas nepateiktų auditorijoje gyviems klausytojams. Vaizdajuostės tampa įprastu bendravimo būdu.

Atkreipkite dėmesį, kad aš neprognozuoju erudicijos nuosmukio, kaip tai darė Alanas Blūmas (*Allan Bloom*). Neperšu ir minties, kad vaizdajuostės mus visai sukvailins, kaip tai tvirtinama išgarsėjusioje Neilo Poustmano (*Neil Postman*) 1985 m. knygoje „Linksmybės iki mirties“ (*Amusing Ourselves to Death*). Šiandien padėtis kitokia. N. Poustmano laikais vyraujanti vaizdinio bendravimo forma buvo televizija, kurioje įmanoma tik vienos krypties – radijo ar televizijos laidų – pobūdžio sąveika. Kai visi pradės naudoti vaizdus daugelio krypčių komunikavimui, reikėtų laukti kitoniškų pasekmių.

Aš tvirtinu, kad kultūroje daugiausia nuveiks tokios komunikavimo formos, kaip garso ir vaizdo priemonės, o ne tekstas. Kaip tai įvyks? Pirmiausia labai sumažės naudojimasis klaviatūra; tekstinė informacija dažniausiai bus įvedinėjama diktuojant.

(Tiesa, kyla klausimas, kaip netrukdyti bendradarbiams įstaigoje ar nepriversti viešojo transporto bendrakeleivių klausytis asmeninės ir, be abejo, nepageidautinos informacijos. Galbūt šiai problemai išspręsti bus sukurtas koks nors garso nutildymo būdas.) Šis garso būdas bus pritaikytas ir ten, kur anksčiau tai padaryti nesisekė; tai užtikrins lengvai naudojami šnekamosios kalbos redagavimo ir laikymo, taip pat būsimieji kalbos atpažinimo technologijos patobulinimai.

Jau yra solidi technologija, leidžianti žiūrėti vaizdajuostes ir klausytis jų didesniu, nei buvo įrašytos, greičiu išvengiant nepageidautino garso iškraipymo (*Microsoft* kompanija yra tam sukūrusi puikią vidinę sistemą). Be to, kaip jau minėjome, visur išplito lengvai naudojama vaizdajuosčių įrašymo, redagavimo, siuntimo ir laikymo technologija. O kalbant apie tekstinių medijų naudojimą atsakymui į kritiką ar kitų darbų citavimui, tai matome, kad *YouTube* jau plačiai naudojami „vaizdo atsakymai“. Nesunku įsivaizduoti, kaip tobulės technologijos ir normos ir tokį sąveikavimo būdą plės.

Ši technologija stokoja tik efektyvaus būdo ieškoti vaizdajuosčių turinio. Automatizuota vaizdų analizė tebėra neišspręsta problema, bet ir čia horizonte gali matytis proveržis. Dauguma šios rūšies algoritmų kuriami „treniravimo“ būdu, tai yra leidžiama juos veikti daugeliui pavyzdžių. Tie algoritmai, jei tik bus pakankamai duomenų, gali išmokti atpažinti struktūras, o jas bus galima panaudoti objektams atpažinti vaizdajuostėse, kurių tas algoritmas dar nematė.

Tokia technologija remiasi daugelis naujovių, matomų interneto ieškos sistemose: rašybos taisyklingumo tikrinimo sistemos ar automatinio vertimo į kitas kalbas sistemų patobulinimai. Dar nėra didelių vaizdų su užrašais kolekcijų, kuriose žodžiai būtų susieti su tuose vaizduose esančiais objektais, tačiau jau daromos pastangos pritraukti gausius interneto savanorius tokiai informacijai rinkti.

O kaip atrodo besivystančios šalys, palyginti su pažangiomis? Be abejo, pirmosiose didelis neraštingumas. Mokslininkai eksperimentuoja su išradingai sukurtomis priemonėmis, sakykim, toks yra Raštingumo tilto kalbėjimo knygos projektas (*Literacy Bridge Talking Book project*).

Jame naudojamas pigus garso technikos įtaisas, turintis padėti išmokyti skaitymo įgūdžių. Tačiau kaip besivystančios šalys aplenkė pažangias, nekurdamos stacionarių telefonų tinklo, o iš karto pereidamos prie mobiliųjų telefonų, taip jos gali praleisti ir rašytinio raštingumo stadiją ir tiesiai pereiti prie „ekraninio“ raštingumo.

Nesakau, kad tekstas išnyks visiškai. Yra ir priešinga tendencija – kai kuriose bendravimo formose balsą pakeisti tekstu. Trumpoms žinutėms tekstai yra veiksmingi ir neįkyrūs. Bet kaip bus įrašomi oficialūs valdžios pareiškimai? Galbūt bus reikalavimas transliteruoti į rašytinį tekstą, kaip numatyta Neįgaliųjų amerikiečių įstatyme (*Americans with Disabilities Act*) žmonėms su pažeista klausa (nors galima tikėtis, kad ateityje vis labiau tobulėjančios technologijos jų klausą pagerins). Tačiau manau, kad rašytinių žodžių svarba gerokai sumažės tiek kultūroje, tiek gyvenime apskritai. Ar po kelerių metų aš savo atsakymo į šį *Edge* klausimą nepateiksiu tinklalaidės (*podcast*) pavidalu?

# ANALITINIO MOKSLO PABAIGA

## MIHALY CSIKSZENTMIHALYI

MIHAJIS ČIKSENTMIHAJIS yra psichologas, Klarmono absolventų universiteto Gyvenimo kokybės tyrimo centro direktorius ir knygos „Tekėjimas: geriausios patirties psichologija“ (*Flow: the Psychology of Optimal Experience*) autorius.

Žinojimo žaidimą pakeičianti idėja bus suvokimas, kad svarbiau suprasti įvykius, objektus ir procesus tarpusavio ryšiuose, o ne pavienėje jų struktūroje.

Vakarų mokslas, sutelkęs dėmesį į analizavimą, pasiekė nuostabių dalykų, bet jau atėjo laikas rimtai imtis sintezės. Turime suvokti, kad mokslas galų gale negali apsieiti be vertybių. To pasaulio pabaigos laikrodžio, kuris pavaizduotas žurnalo *Bulletin of the Atomic Scientists* viršelyje, rodyklė vis labiau artėja prie 12 valandos nakties žymos, ir tai yra dar vienas priminimas, kad nepaisantis pasekmių žinojimas yra gryna kvailystė.

Chemija, nekreipianti dėmesio į aplinkos teršimą, yra kvailystė. Ekonomika, neatsižvelgianti į politiką ir sociologiją, yra tokia pat nemokšiška kaip ir politika bei sociologija, nepaisančios ekonomikos.

Deja, atrodo, negana išsaugoti neutralų kiekvienos mokslo šakos objektyvumą tikintis, kad kiekvienos iš jų generuotos mokslo žinios vėliau bus įtrauktos aukštesniame lygyje ir išmintingai naudojamos. Sintezės principas turėtų tapti kiekvienos mokslo šakos pagrindinių aksiomų dalimi.

Kaip šis proveržis įvyks? Dabartinės sistemų teorijos yra būtina, bet nepakankama sąlyga, nes jos yra linkusios neatsižvelgti į vertybes. Galimas dalykas, kai to suvokimas įsitvirtins, turėsime perrašyti visą mokslą nuo pačių jo pamatų.

# KOORDINUOTAS KOMPIUTERIJOS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS LABAI PAKEIS MOKSLĄ

## LISA RANDALL

LIZA RANDAL yra Harvardo universiteto fizikė ir knygos „Kelionės deformuojant erdvėlaikį: visatos paslėptų matmenų paslapčių atskleidimas“ (*Warped Passages: Unraveling the Mysteries of the Universe's Hidden Dimensions*) autorė.

Gerai žinoma, kaip sunku numatyti ateitį. XIX a. pabaigoje garsus fizikas Viljamas Tomsonas (*William Thomson*), geriau žinomas kaip Lordas Kelvinas (*Lord Kelvin*), paskelbė fizikos mokslo pabaigą. Nors paskelbti ištisą mokslo sritį, ypač tą, kurioje visai neseniai iki to pareiškimo buvo padaryta tiek daug svarbių atradimų, mirštančia buvo kvaila, tikrai negalima jo kaltinti už tai, kad nenumatė kvantinės mechanikos bei reliatyvumo teorijos ir revoliucinį perversmą sukelsiančio jų poveikio. Na rimtai – kaip galėjo kas nors, net ir toks nuovokus žmogus kaip Lordas Kelvinas, numatyti kvantinę mechaniką?

Todėl net nesirengiu mėginti prognozuoti nežinomų dalykų. Pasitenkinsiu saugesnėmis ir proziškesnėmis prognozėmis to, ko įgyvendinimas jau

prasidėjo. Kompiuterijos pajėgumų didėjimas iš dalies ir dėl jos išteklių sujungimo ir  bendro naudojimo, greičiausiai keis mokslo pobūdį ir toliau plėtos revoliucinį informacijos plitimo perversmą.

Individualių kompiuterių pajėgumas gali didėti pagal Mūro dėsnį, tačiau didesnio kompiuterijos pajėgumo augimo galima laukti, protingai suderinus daugelio kompiuterių naudojimą. Jau matėme, kaip *SETI* programa pradeda nežemiškų signalų didelio masto paieškas, kurios būtų neįmanomos su bet kokiu individualiu kompiuteriu. Išsklaidytas kompiuterių tinklas dabar tiria ir baltymų struktūrą.

Šiuo metu *CERN*, Europos branduolinių tyrimų centras, kuria vadinamąją tinklinę kompiuteriją, siekdamas padidinti kompiuterijos pajėgumus iki tokio dydžio, kad būtų galima analizuoti didžiulius duomenų kiekius, gautus didžiuoju hadronų kolaideriu (*Large Hadron Collider – LHC*). Nors ši tinklinė sistema jaus didelį spaudimą pasiekti pasaulinio žiniatinklio, kurį irgi sukūrė *CERN*, transformuojantį pajėgumą, kompiuterijos pajėgumo šuolis, įmanomas naudojantis koordinuotai veikiančiais kompiuteriais, gali turėti didžiulių transformuojančių pasekmių.

Šiuolaikiniame moksle yra dvi skirtingos srovės, susiduriančios su labai skirtingais iššūkiais. Pavyzdžiui, fizikai ir biologai užduoda labai skirtingus klausimus ir taiko kiek skirtingus metodus. Tradiciškai mokslininkai ieškodavo pačių mažiausių, pagrindinių, komponentų, iš kurių būtų galima išvesti didelių sudėtingų sistemų elgesį. Šis būdas buvo labai veiksmingas perprantant ir interpretuojant fizinį pasaulį. Pavyzdžiui, jis padėjo suprasti, kaip veikia žmogaus kūnas. Galėčiau lažintis, kad toks redukcionistinis būdas ir toliau tiks kai kurioms mokslo sritims, tarkim, elementariųjų dalelių fizikai.

Tačiau perprasti kai kurias iš sudėtingų sistemų, kurias šiuo metu nagrinėja modernusis mokslas, vargu ar bus taip paprasta. Nors dar fundamentalesnių dalelių ieškojimą didžiuoju hadronų kolaideriu greičiausiai vainikuos geresnis medžiagos substruktūros supratimas, nėra akivaizdu, kad ir pačią pagrindinę biologinių sistemų struktūrą pavyks perprasti paprastu redukcionistiniu būdu.

Labai tikėtina, kad individualūs elementai veiks išvien su savo aplinka ir bendraus su kitais sistemos elementais naujiems padariniams kurti. Jau žinome, kad vien tik genetinio kodo negana elgsenai prognozuoti, nes itin svarbios ir aplinkos, nulemiančios, kurie genai yra suaktyvinami.

Labai tikėtina, kad, norint suprasti smegenis, koordinuotas varomąsias jėgas reikės perprasti ne blogiau už bet kurį individualų elementą. Taip pat mažai tikėtina, kad daugelis ligų bus visai išgydyta, kol nepavyks iki galo išsiaiškinti sudėtingų skirtingų elementų sąveikų.

Kaip gali didelis kompiuterijos pajėgumas paveikti tokį mokslą? Aišku, jis nepakeis eksperimentų ar būtinybės identifikuoti individualius pagrindinius elementus, tačiau palengvins suprasti sistemas ir kaip elementai veikia išvien. Didelio masto modeliavimo „eksperimentai“ padės nustatyti, kaip veikia grįžtamojo ryšio kilpos, ir kaip veikia bet kuris individualus elementas kartu su visa sistema kaip su visuma.

Tokie bandymai taip pat padės nustatyti, kada turimų duomenų nepakanka, ir kada sistemos yra jautresnės individualiems elementams, negu buvo tikėtasi. Vien tik kompiuterija visų problemų neišspręs (vis dar reikės ir kūrybiškų mokslininkų protų), bet kompiuterijos pažanga jiems padės veiksmingai tirti hipotezes.

Platesniame lygyje (tačiau tokiame, kuris paveiks ir mokslą) koordinuotas ir išplėstas kompiuterijos pajėgumas taip pat leis ir daug plačiau naudoti didžiulius kiekius dabar turimos, bet per mažai naudojamos, informacijos. Informacijos ieška greičiausiai bus labiau ištobulinta, bus galima užsisakyti konkretesnių duomenų, geriau tenkinančių kieno nors poreikius. Tik pagalvokite, kaip greičiau ir lengviau būtų galima ieškoti informacijos tokiame pasaulyje, kuriame kiekvieną kartą (ar bent daug dažniau) „nusišypsotų sėkmė“.

Pažanga, apie kurią čia kalbu, nėra revoliucinis perversmas, tai tik adiabatinė dabartinių mokslo pasiekimų evoliucija. Tačiau jei kas nors paklaustų, kaip atrodys mokslas po 20 metų, atsakyčiau, kad koordinuota kompiuterija greičiausiai būtų vienas iš veiksnių, pakeičiančių labai daug ką, nors gal ir ne viską.

# KARNIKULTŪRA

## AUSTIN DACEY

OSTINAS DEISIS yra Tyrimų centro (komisija, kuri rūpinasi pasaulietine, moksline pasaulėžiūra) filosofas. Jis taip pat yra *Skeptical Inquirer* ir *Free Inquiry* žurnalų redkolegijų narys bei knygos „Pasaulietinė sąžinė: kodėl tikėjimas priklauso visuomenės gyvenimui“ (*The Secular Conscience: Why Belief Belongs in Public Life*) autorius.

Niekas nevalgo gyvūnų – visų gyvūnų. Dauguma iš mūsų valgo tik gyvūnų dalis, ir yra tik kelios įsimintinos kulinarinės išimtys. Ir kai vis geriau suvokiame mėsos kainą – kiek ji kainuoja mūsų sveikatai, aplinkai ir gyvybėms tų gyvūnų, kuriuos valgome – daugelis iš mūsų valgomus mėsos gabalus norėtų įsivaizduoti atskirai nuo viso gyvūno. Mėsos rinka tokią paslaugą padaro – pateikia mėsos gabalus, atskirtus nuo viso kūno, išdžiovintus, įpakuotus, psichologiškai atskirtus nuo švirkštų, pjūklų ir kitų vadinamosios gyvulininkystės instrumentų. Žinoma, visa tai yra tik ciniška iliuzija.

Tačiau įsivaizduokime, kad ta iliuzija gali tapti tikrove. Įsivaizduokime: nusileidžiame silpnybei mėgautis mėsa, tačiau išvengiame augimo hormonų, paukščių gripo, daugybės milijonų nukankintų ir nužudytų gyvūnų. Įsivaizduokime viliojančią akį mėsytę su raumeniu, pagaliau nebesusijusią su brutaliais dalykais. Kalbame apie sukultūrintą mėsą, apie mėsą, išaugintą *in vitro*; technologiškai tai jau darosi įmanoma.

Kelių perspektyvių audinių kūrimo inžineriniais metodais būdų tyrimas, šioje srityje pirmaujant Nyderlandų ir Jungtinių Valstijų mokslininkams, paspartėjo nuo 2000 m., kai auksinių žuvelių mėsą *NASA* išaugino kaip galimą

maistą kosminiams skrydžiams. Netrukus jau galėsime liautis auginti gyvulius ir pradėti auginti mėsą. Tai pavadinkime karnikultūra (*carniculture*).

Šis terminas paimtas iš mokslinės fantastikos, nors etimologiniu požiūriu būtų tiksliau vadinti karnekultūra (*carneculture*). Jai atėjus, mėsą ir kitus gyvulininkystės produktus bus galima padaryti saugius, maistingus, ekonomiškus, duodančius energijos, bet visų pirma pateisinamus morališkai. Nors karnikultūra gal ir nepakeis visko taip, kaip žemdirbystė pakeitė viską, tačiau ji tikrai pertvarkys ekonomiką ir santykį su gyvūnais.

Iki sukultūrinimo grūdinės kultūros laisvai klajojo po lygumas, pomidorai buvo laukinės uogos Andų kalnuose. O mėsa kadaise augo ant gyvulių.

# IŠNAUDOJIMAS

## DAVID M. BUSS

DEIVIDAS BASAS yra Teksaso universiteto Ostine psichologas ir knygos „Žudikas, gyvenantis šalia: kodėl mūsų psichika orientuota į žudymą“ (*The Murderer Next Door: Why the Mind Is Designed to Kill*) autorius.

Keičiantys žaidimą proveržiai ateis, kai bus aptiktos išsivysčiusios psichologinės grandinės kitiems žmonėms išnaudoti apgaudinėjant, nemokamai naudojantis bendromis gėrybėmis, vagiliaujant, plėšikaujant, siekiant sekso, priekabiaujant, smurtaujant fiziškai, būnant neištikimam savo sutuoktiniui, viliojant ir suvedžiojant, persekiojant ir net žudant. Mokslininkai atskleis, kad šių išnaudojimo išteklių įgijimo gebėjimai turi ypatingų bruožų, kurių statistiškai patikimi požymiai svarbūs potencialioms aukoms ir galimybėms.

Nuteisti užpuolikai, kuriems buvo rodomi žmonių, vaikštinėjančių Niujorko gatvėmis, vaizdo įrašai, gan vieningai parodė, kuriuos iš jų rinktųsi kaip apiplėšimo aukas. Tos aukos turi tam tikrus neverbalinius požymius, pavyzdžiui, jų eisena nekoordinuota, žingsniai per ilgi ar per trumpi pagal jų ūgį; tai rodo, kad apiplėšti bus nesunku. Kitaip sakant, tos potencialios aukos turi aukštą *apiplėšimo* rodiklį. Ir trumpi žingsneliai, baikštumas ir fizinis patrauklumas yra patikimi *seksualinio užpuolimo* požymiai.

Mokslo pažanga ateityje nustatys psichologines išnaudotojo schemas, leidžiančias jam pajusti požymius, kad potenciali auka nesunkiai pasiduos apgaudinėjimui, mulkinimui, prievartavimui, smurtavimui, nelabai stengsis laikytis ištikimybės savo sutuoktiniui ar pati yra linkusi vilioti ir suvedžioti, ją

bus nesunku persekioti ar net nužudyti, bei leidžiančias pajusti grupes, skleidžiančias signalus, kad jas nesunku nemokamai išnaudoti ar nugalėti, įveikti.

Tas žinojimas teiks galimybių kurti naujas apsigynimo priemones, mažinančias apgaudinėjimą, vagiliavimą, plėšikavimą, prievartavimą, persekiojimą, neištikimybę savo sutuoktiniui, žudymą ir karus. Kita vertus, prisitaikymas išnaudoti vystosi kartu tobulėjant priemonėms apsisaugoti nuo išnaudojimo, tai atranka gali būti palanki papildomų prisitaikymų, leidžiančių tų priemonių išvengti, evoliucijai.

Kadangi atrankos evoliucija yra palyginti lėta, tai mokslinių žinių apie prisitaikymą išnaudoti įgijimas gali padėti ir toliau bent vienu žingsniu lenkti išnaudotojus ir paveikiai trukdyti jų strategijoms. Kai kurios nusikaltimų grupės bus apribotos. Tačiau kultūrinė evoliucija greitesnė už organinę evoliuciją, tad gali padėti greitai išmokti apsigynimo priemones įveikti. Be to, jos savo ruožtu skatina kurti naujas išnaudojimo strategijas. Informacijos apie naujus išnaudojimo būdus ir naujas apsigynimo priemones platinimas gali visam laikui pakeisti socialinės sąveikos pobūdį. Bet gali būti ir taip, kad, panašiai kaip ir ginklavimosi varžybose, tie atradimai galų gale nieko nepakeis.

# POSTRACIONALUS EKONOMINIS ŽMOGUS

## DAVID BERREBY

DEIVIDAS BEREBIS yra rašytojas, rašantis apie mokslą, ir knygos „Mes ir jie: tapatumo mokslas“ (Us and Them: The Science of Identity) autorius.

Globalinė XXI a. visuomenė yra priklausoma nuo XVIII a. pasaulėžiūros. Juk kaip tik Švietimo amžiaus modelis tvirtina, kad žmogiškumo esmė, kartu ir geriausias gyvenimo vadovas yra šaltas protas. Nors šioje knygoje ir kitur daugelis pabrėžia, jog tai blogas vertinimo pagrindas, tas racionalistinis požiūris dar tebeišlaiko institucijas, kurios savo ruožtu formuoja kasdieninį mūsų gyvenimą.

Taip yra dėl to, kad manome: yra protinga, kad valdžia užtikrintų mūsų, žmonių, teises. Kad būtų galima „vadovautis savo supratimu be nurodinėjimų“ (tai Imanuelio Kanto (*Immanuel Kant*) apibrėžimas, atėjęs iš Švietimo epochos), reikia laisvės klausinėti, galvoti ir kalbėti. Racionalumas yra ir rinkimų priežastis (nes nemąstančių, nepasveriančių įrodymus piliečių išrinkta valdžia būtų iracionali).

Baudžiamosios teisės sistemos remiasi prielaida, kad nešališkas teisingumas yra įmanomas; vadinasi, jos remiasi prielaida, kad teisėjai ir prisiekusieji, nagrinėdami bylą, gali protauti savarankiškai. Medicinos sistema remiasi prielaida, kad vaistai dėl biocheminių priežasčių tinka visų žmonių kūnui, ir kaina ant vaistų pakuotės nėra susijusi su to vaisto veiksmingumu.

O laisvosios rinkos remiasi prielaida, kad visi žaidėjai rinkoje yra Racionalaus ekonominio žmogaus įsikūnijimai. Tas žmogus sąžiningai ir nuosekliai paiso savo interesų, juos sieja su galimais veiksmais, ieško geriausio pasirinkimo, o radęs veikia pagal savo skaičiavimus. Kai Adamas Smitas (*Adam Smith*) rašė, kad mėsininkai, aludariai ir kepėjai efektyviai dirba, „paisydami savo interesų", jis šitaip ne tik tvirtino, jog savanaudiškumas gali būti geras dalykas. Jis kartu tvirtino ir tai, kad savanaudiškumas – ilgalaikis, faktais grindžiamas, aiškus suvokimas, „kas gerai man" – yra įmanomas.

Racionalistinis modelis užlieja ir moderniąją kultūrą. Racionalistinė politika reikalauja toleruoti įvairovę: neįmanoma protauti kartu, jei dėl visko sutiksime. Tą patį sako ir racionalistinė ekonomika: jei visi sutars, kokia turėtų būti derama visų rinkoje esančių prekių kaina, tai makleriams nebebus pagrindo eiti į darbą. Šis įvairovės toleravimas neleidžia suvienyti visuomenę vienam tikėjimui ar tradicijoms, ir tai didina mokslinio metodo autoritetą.

Duomenys, surinkti ir interpretuojami pagal griežtus rodiklius, atskleidžiantys materialines priežastis ir padarinius, tapo hibridine kalba. Šiuolaikinis žmonijos vieningumo suvokimas remiasi ne Dievo ar genties duotybėmis, o tyrimų rezultatais. Sakome, visi turime tokius pačius genus, visi dirbame su tokia pačia išsivysčiusia žmogaus prigimtimi arba apeliuojame į kokį nors kitą mokslo atradimų būdą.

Tokia racionalistinė struktūra yra taip giliai įleidusi šaknis į dabartinį gyvenimą, kad net jos priešininkai kalba jos kalba, kai pažeidžia jos principus: tie, kuriems nepatiko evoliucijos teorija, jautė pareigą pasiūlyti savąjį „sukūrimo mokslą". Verslo įmonės įrodinėja savo atsidavimą laisvajai rinkai, net kai prašo vyriausybės įsikišti į jos veiklą. Taip pat net tironai, organizuojantys rinkimų farsus, šitaip patvirtina, kad rinkimai dabar jau yra tapę visuotiniu standartu.

Tai štai kokios pozicijos pasaulis laikosi šiandien: bankai, valdžios organai, medicininės sistemos, nacionalinės valstybės aiškiai ar numanomai vadovaujasi nuomone, kad žmonės yra racionalūs sprendimų priėmėjai.

Be abejo, šis modelis yra visiškai neteisingas. Nors šis faktas nėra iš tų, kurie keičia viską, bet jis vis tiek yra žingsnis ta kryptimi.

Racionalaus ekonominio žmogaus sąvokai yra pražūtingi moksliniai duomenys, rodantys, kad žmonės:

a) labai šališki, dėl to beveik neįmanoma loginį informacijos turinį atskirti nuo jos pateikimo būdo ir aplinkos, kurioje ji pateikiama;
b) linkę keisti savo įsitikinimus ir preferencijas, atsižvelgdami į aplinką, socialinę terpę, nuotaiką ar tiesiog į kokį nors atsitiktinai pastebėtą faktą.

Atsidūrė pavojuje suvokimas, kad „aš“ galiu nuosekliai „žinoti“, kam teikiu „pirmenybę“. (Išsamiai nekritikuosiu racionalistinio modelio; tai neseniai, be kitų, darė Garis Markas (*Gary Marcus*), Danas Arielis (*Dan Ariely*) ir Kasas Sanšteinas (*Cass Sunstein*), nes šis klausimas buvo gerai išnagrinėtas paskutiniame *Edge* seminare apie elgesio ekonomiką.)

Viską keičia ne šis tebesitęsiantis intelektinis įvykis, bet kitas, vyksiantis po jo: praėjus 10–15 metų nuo Racionalaus ekonominio žmogaus laidotuvių, neuromokslų ir elgesio disciplinų specialistai kartu sukurs geresnį modelį to, kaip žmonės priiminėja sprendimus. Manau, tas modelis žmones vaizduos kaip nenuoseklius, nesąmoningus, šališkus, lengvai paveikiamus kamščius, plūduriuojančius greitai kintančių įtakų jūroje. Tai turės didžiulių pasekmių tam, kaip suvokiame savo asmenybes (o ką jau kalbėti apie pardavimų triukus ir reklamines manipuliacijas).

Bet didžiausi sukrėtimai, mano nuomone, gali pasiekti institucijas, organizuotas racionalistiniais pagrindais, ar ateiti per jas. Jei remsimės prielaida, kad žmonėms labai didelę įtaką turi kiti žmonės ir juos tiesiogiai veikiančios aplinkybės, tai kas tada beliks iš mūsų idėjos apie nešališką teisingumą? (Kurį laiką šį klausimą nagrinėjo Harvardo universiteto teisės profesorius Džonas Hansonas (*Jon Hanson*).)

Kaip mes suprantame ir giname demokratiją dabar, kai Džounis Bergeris (*Jonah Berger*) iš Pensilvanijos universiteto Vartono verslo mokyklos įrodė, jog rinkėjai bus linkę labiau palaikyti siūlymą skirti daugiau lėšų švietimui vien dėl to, kad balsavimas vyksta mokyklų patalpose? Ką daryti su rinkimų rezultatais po to, kai sužinojome, jog rinkėjai geriausiu atveju laikosi „nedarnių, nenuoseklių, neorganizuotų nuomonių tais klausimais“, kaip teigia Mičigano universiteto politikos mokslų specialistas Viljamas Džekobis (*William Jacoby*)? Kaip įvertinsime debatus miesto rotušėje, jei žinosime, kad žmonės palankesni naujai idėjai, jei sėdi tvarkingoje, o ne prišnerkštoje patalpoje?

Kaip suprantame medicininę priežiūrą dabar, kai žinome, kad vienodos cheminės sudėties tabletės skirtingai veikia žmones, manančius, kad jos yra

brangios, ir manančius, kad pigios? Kaip turėtume struktūruoti rinkas, sužinoję, jog net verslo magistrams galima įpiršti mintį, kad 7 dolerių už kokią nors prekę kaina yra teisinga, jei prieš kelias minutes iki to jiems rodysime skaičių 7? Ką daryti su standartizuotu testavimu, žinant, kad moterų, kurioms primenama, kad jos yra moterys, matematikos testų rezultatai būna blogesni negu tų moterų, kurioms iki testo primenama, kad jos yra elitinės koledžo studentės?

Galbūt reikėtų naujo A. Smito mūsų politinėms, ekonominėms ir socialinėms institucijoms suderinti su dabartinėmis žiniomis apie žmogaus prigimtį. Bet kokiu atveju tikiuosi sulaukti ateisiančios Postracionalios ekonominės (ir politinės bei psichologinės) žmonijos. Ir tikiuosi, kad tai pakeis viską.

# NIEKAS NEPAKEIS VISKO

## RICHARD FOREMAN

RIČARDAS FORMENAS yra dramaturgas bei Ontologinio-isterinio teatro (*Ontological-Hysteric Theater*) įkūrėjas ir direktorius.

Tikėjimas, kad yra kažkas tokio, kas savaime pakeis dalykus, mano nuomone, tik trukdo tikriems pokyčiams. Tikėjimas, kad kažkas „pakeis viską“, nukreipia dėmesį į paviršinius daiktų ypatumus, kurie iš tikrųjų visą laiką kinta. Tokie kitimai, kurie visada vyko ir vyks, sukuria tokią sąmonės orientaciją, kuri visada nukreipta į ateitį.

Bet aš siūlau požiūrį, kad vienintelis dalykas, kuris „pakeis viską“, yra atsisakymas galvoti apie ateitį. Tačiau, be abejo, daugumai žmonių tai yra neįmanomas dalykas. Todėl niekas nepakeis visko. (Prisipažinsiu, ir aš pats esu tapęs to neišvengiamo žmonių polinkio auka, nes rašiau apie ateitį *Edge* tinklalapyje, tvirtindamas, kad internetas kuria, o ateityje dar labiau radikalizuos plačiai aprėpiančius, bet stokojančius gilumos „žmones blynus“.)

Jei galėtume liautis galvoti apie ateitį, tai akivaizdu: dabartinis momentas išsiplėstų ir taptų visa (ir labai skirtinga) visata.

Kai kas gali pasakyti: „Oi, bet juk tai gyvulio būsena!“ Atsakyčiau – ne, nes gyvuliai tokią būseną pasiekia automatiškai, o ją pasiekiantys žmonės tai padaro, tik sukurdami ją ant pagrindinės superstruktūros, kuri postuluoja reikiamą „ateitį“ (ji remiasi praeitimi), panašiai kaip Zigmundas Froidas (*Sigmund Freud*) ir kiti iki jo postulavo reikiamą pasąmonę, iš kurios kilo žmonių sąmonė.

Taigi žmogus, gebantis negalvoti apie ateitį, taptų negyvuliu, gyvenančiu grynoje dabartyje (beje, tai yra vadinamojo avangardinio meno svajonė). O gyvuliai avangardiniu menu neužsiima (bent taip atrodo).

Paimkime Džono Brokmano pasiūlytą ateities įvykio, kuris pakeistų viską, pavyzdį: manipuliuojant genais, šuo tampa kate (tęsiant šią mintį, aš galėčiau tapti jumis ir t. t.). Sakyčiau, tai keičia tik išorę. Tokie pakeitimai ir pasiekimai kartu su daugeliu kitų panašių, kuriuos galima įsivaizduoti, prideda tik dar vieną kambarį „namui“, kuriame gyvena žmonės, vis dar didžiąją savo laiko dalį galvojantys apie ateitį. Todėl giliausiame lygmenyje niekas niekada nepakeis postuluojamo „visko“ – tol, kol ir toliau įsivaizduosime galimus „pokyčius“, tik sustiprinančius mūsų nekintančių asmenybių buvimą „ateityje“, kuri visada yra tik įsivaizduojama ir už mūsų.

# UŽ BŪLIO LOGIKOS, MANIPULIAVIMO SKAIČIAIS IR SKAITMENINIŲ ĮVERTINIMŲ RIBŲ

## VERENA HUBER-DYSON

VERENA HUBER-DAISON yra matematikė, Kalgario universiteto Kanados Albertos provincijoje Filosofijos fakulteto profesorė emeritė ir knygos „Gėdelio teoremos: formalizavimo darbo knyga" (*Goedel's Theorems: A Workbook on Formalization*) autorė.

Viską pakeis radikalus paradigmos pasikeitimas moksliniame metode. Jis atvers naujus horizontus, nepasiekiamus Būlio logikai, manipuliavimui skaičiais ir skaitmeniniams įvertinimams. Esu jau sena ir greičiausiai to pokyčio nebepamatysiu, bet matau jo ženklus ir turiu nuojautų, kurias čia trumpai išdėstysiu.

Norint pakeisti viską, radikalus paradigmos pokytis turi pertraukti mokslinio metodo lenktynes: reikia *stabtelėti* ir pagalvoti. Ko jūs siekiate?

Iš kur žinote, kad šuo veikiau galėtų būti katė? Tik dėl to, kad labiau patinka katės? Ar to klausėte? Ar galvojote, kaip to paklausti?

Sugalvojimas, kaip ką nors padaryti, dar nėra pakankama priežastis iš tikrųjų tą padaryti. Tai yra vienas mano laukiamo paradigmos pasikeitimo as-

pektas, einantis iš vidaus. Mokslo rezultatų ir potencialių jų padarinių pasauliui įvertinimas yra ypač neatidėliotinas šiuo metu, kai naujienos taip lengvai išplinta po visą pasaulį. Žinoma, nenorime grįžti prie informacijos įslaptinimo sistemos, lemiančios elitiškumą. Na, ši problema kuria ne tokią jau naują filosofinę taikomosios etikos discipliną, tik reikia, kad ji turėtų gerą mokslinę informaciją ir būtų nukreipta į konkrečias problemas. Šios pokyčio dalies tikslas yra viso mokslo šakų konglomerato struktūros ir jos pateikimo medijose suglaudinimas.

Tačiau tai atveda mane prie pokyčio, kurį įsivaizduoju, radikalesnio padarinio: prarajos, skiriančios iniciatyvas, vadinamas „mokslinėmis“, nuo vadinamųjų alternatyvių iniciatyvų gausėjimo, užpylimas. Daugelis pastarųjų stengiasi pasiekti mokslinio pagrįstumo teikiamas privilegijas; tam jos griebiasi eksperimentavimo, teorijų, statistinių įvertinimų, nesvarbu, tinka ar netinka tą daryti. Jos siekia tikros ir vaisingos simbiozės, vedančios prie gilesnio žmogaus egzistencijos supratimo už tuos supratimus, kuriuos duoda mechaniniai modeliai ar ženklai, sukurti Aukščiausiosios būtybės kažkokiam paslaptingam tikslui kentėti visą gyvenimą Jos šlovei didinti.

Iš kur laukiu lemiamo postūmio? Galbūt iš jaunosios kognityvinio mokslo disciplinos su sąlyga, kad su ja bus pasirengusios bendradarbiauti ir psichologijos, filosofijos ir fiziologijos disciplinos. Kai tik bus surastas ar sukurtas „tikras daiktas“, jis bus atpažintas, nes turės formą ir prasmę.

Mitas, kad mokslinis metodas yra vienintelis būdas tikrovei pažinti, taps pasenęs, atgyvenęs, tačiau žmonijos sąveika su šiuo pasauliu nuostolių dėl to nepatirs. Kelią į supratimą turės parengti tiesioginis, tačiau vis tiek šiek tiek paslaptingas nuojautų būdas, papildantis tiesioginius suvokimus ir pojūčius. Be to, šios procedūros rezultatai bus nieko verti, tinkamai jų neinterpretuojant.

Kol kas tai ir viskas, ką esu pasirengusi paaiškinti apie nuojautą. Alternatyva dabartiniam miglotam mano aiškinimui galėtų būti griežtumas, turintis polinkį į neteisingą interpretavimą.

O kai dėl mano tyrimų srities – matematikos, tai nelaukiu jokių esminių jos pokyčių. Matematika yra tvirta struktūra, tokia ir turėtų likti. Matematinės įžvalgos nekinta, tik didėja jų aiškumas. Aklavietės ir paskelbiamos tokiomis, o kas įrodyta ir nekelia abejonių, kaupiasi. Tačiau metodologiniai pokyčiai

vyksta, kinta ir metamatematinės bei filosofinės rezultatų kilmės interpretacijos. Matematikos kalba evoliucionuoja didėjančio aiškumo link. Manau, būtų gerai susitelkti į matematinį intuicionizmą, kaip į mūsų pagrindą. Mąstymas, remiantis Būlio logika, jau atitarnavo.

Susumuokime, ko tikiuosi iš šio paradigmos pasikeitimo: supratimo aiškumo ir paprastumo didinimo ir jo unifikavimo. Kartu su tuo turėtų atsirasti aiškesnė kalba, prisidedanti prie žinojimo susiskaidymo panaikinimo.

# ŽMONĖS, TURINTYS ŠEŠIŲ MATMENŲ NUOJAUTĄ

## ROBERT SAPOLSKY

ROBERTAS ZAPOLSKIS yra Stanfordo universiteto neuromokslų specialistas ir knygos „Beždžioniška meilė ir kitos apybraižos apie mūsų, kaip gyvulių, gyvenimus“ (*Monkeyluv: And Other Essays on Our Lives As Animals*) autorius.

Mes, žmonės, atrodome gan įspūdingai, vertinant pagal sugebėjimus išgauti informaciją ar įžvelgti gausybės smulkių duomenų dėsningumus. Paimkime kad ir muzikantą, turintį komplektą nurodymų, išdėstytų popieriaus lape su natomis, ir gebantį juos paversti struktūruotu garsu. Dar vienu žingsniu toliau pažengęs yra gerai išlavintas muzikantas, gebantis skaityti visam orkestrui skirtas natas, girdėti jas savo galvoje ir net būti apimtas įvairių emocijų kai kuriose to skaitymo vietose. Dar įspūdingiau atrodo vertintojas kompozicijų konkurse, skaitantis tekstą, kurio niekada anksčiau negirdėjo, gebantis tą naują natų derinį savo galvoje paversti garsais, kuriuos jis gali įvertinti kaip paprastus ir nuvalkiotus ar priešingai – kaip puikius ir originalius.

Be abejo, tą patį dideliu mastu darome ir mokslo pasaulyje. Suprantame, kaip kažkas veikia, suvokdami, kaip nepriklausomų kintamųjų grupės nariai sąveikauja, sukurdami kažkokį galutinį rezultatą. (Oi, tai *štai kaip* mitochondrija vystėsi šiai problemai išspręsti... Tai *štai kaip* vidutinės klimato juostos miškas subalansuoja tas skirtingas aplinkos jėgas, su kuriomis jam tenka su-

sidurti... Dabar jau žinau!) Tik visa bėda, kad tai darosi vis sunkiau padaryti moksluose apie gyvybę, ir čia turi atsitikti kažkas tokio, kas pakeis viską.

Šios problemos esmė – kad technologija pralenkia mūsų gebėjimą ją išnaudoti. Mažesniu mastu tai apima gebėjimą gauti vis labiau redukuotą biologinę informaciją. Mokslininkai šiek tiek anksčiau išmoko nustatyti genų išsidėstymo sekas, nustatyti mutacijas, išsiaiškinti kristalografines baltymų struktūras, išmatuoti jonų srautą per kokį nors vieną kanalą ląstelėje.

Naujausi šios srities pasiekimai rodo, kad įmanoma gauti stulbinamai daug tokio pobūdžio informacijos. Mums pavyko nustatyti ne tik atskirų genų išsidėstymo seką, bet ir visą žmogaus genomą. Jį galime palyginti su kitų biologinių rūšių genomais ar ieškoti žmonių grupių ar net atskirų individų genomų skirtumų, arba rinkti informaciją apie dešimtis tūkstančių įvairių genų. O jau tada galėsime žiūrėti, kaip tie genai reiškiasi: kurie iš jų yra aktyvūs ir kuriuo metu, kokiose ląstelėse, kuriuose individuose, kuriose populiacijose ir biologinėse rūšyse.

Galime užsiimti epigenomika ir, užuot katalogavę individo genus, galime nustatyti, kurie genai buvo modifikuoti per ilgą laiką, kad būtų lengviau ar sunkiau juos suaktyvinti kiekviename konkrečiame ląstelės tipe. Galime užsiimti ir proteomika, tirti, kokie baltymai ir kokiais kiekiais buvo sukurti kaip galutinis tų genų suaktyvinimo produktas; galima užsiimti ir posttransliacine proteomika, tirti, kaip tie baltymai buvo modifikuoti jų funkcijoms pakeisti.

Toks pat gebėjimas sukurti didelius duomenų kiekius matomas ir kituose moksluose apie gyvybę. Pavyzdžiui, įmanoma beveik nepaliaujamai matuoti gliukozės kiekį kraujyje, jį nustatinėti kas minutę, galima daryti ambulatorinius kardiologinius tyrimus, ištisas dienas nepaliaujamai matuoti savo darbą dirbančio individo pulsą arba taikyti naujausius elektrofiziologinius metodus elektrinei daugelio individualių neuronų veiklai nustatinėti vienu metu.

Taigi esame pasirengę daryti didelio masto genomo-epigenomo-proteonomo-gliko-endo-neurono-orooniominius palyginimus, lyginti *Jonas Brothers* poproko grupę su Nelsonu Mandela, su dinozaurų dubeniu ar su robotu iš filmo „WALL-E. Šiukšlių princo istorija“ ir šitokiu būdu geriau suprasti gyvybės prigimtį.

Žinoma, išlieka problema, kad nežinome, ką su tokia duomenų gausybe daryti. Taip sakydamas turiu galvoje ne tik jų kaupimą, laikymą, kiekybinį analizavimą ar pateikimą vizualiniu pavidalu, o kaip iš tikrųjų galvoti apie juos.

Šios problemos apraiškas jau galima matyti: gausėja smulkias temas nagrinėjančių mokslo straipsnių. (Tai toks būdas, kai, pavyzdžiui, klausiama: „Kurie genai šio konkretaus tipo audinyje yra daugiau, o kurie mažiau aktyvūs nei įprastai, esant konkrečiai tokioms aplinkybėms?“) Įmantriausiose šio būdo atmainose galima gauti daugybę informacijos. Dažnai visa tai perša mintį, kad iš savo atliktų tyrimų mokslininkai tiesiog nebepajėgia išgauti naujų įžvalgų. Pavyzdžiui, toks straipsnis gali baigtis šitokia išvada: „Tokiomis sąlygomis vienuolikti genai yra aktyvesni, o kiti mažiau aktyvūs; štai taip čia viskas ir vyksta.“ Arba išvada gali būti kad ir tokia: „Iš tų vienuoliktų genų, kurie yra aktyvesni, labai didelė dalis yra susijusi, sakysim, su metabolizmu – ką manytumėte apie tai?“ Arba (ne tokiu kategorišku tonu): „Taigi, pastebėti vienuoliktų ir kitų skirtingų genų aktyvumo pokyčiai, tik nežinome, ką dauguma iš jų daro, bet yra trys, apie kuriuos kai ką žinome, ir kurie greičiausiai kažkiek susiję su ta aplinkybe, todėl dabar ketiname imtis tų trijų, apie kuriuos jau kai ką žinome, ir nesidomėti visais kitais.“

Kitaip sakant, technologijos dažnai pralenkia gebėjimus būti įžvalgiems. Turime kai kurių pagalbinių priemonių – sakykim, kompiuterinė grafika leidžia sukurti trimatį išsibarstymo vaizdą, jį sukioti ir keisti laikui bėgant. Tačiau tęsiame vis tiek tik tą patį.

Tai, kas turėtų pakeisti viską, turės palaukti greičiausiai mūsų vaikaičių. Tai ateis iš to, kad jie užaugs su žaidimais, atsirandančiais naujais tinklais ir galas žino kokiais dar dalykais, kurių (savaime aišku) dabar negalime net įsivaizduoti. Jie po tuos dalykus naršys be jokių pastangų, kaip kad mes, trogloditai, gebame, vairuodami automobilį ir kalbėdamiesi su vežamu keleiviu, kaitalioti radijo stotis, kurių klausomės. Kitaip sakant, nesirengiame gauti daug naudos iš tos duomenų gausos tol, kol neatsiras žmonių, turinčių šešių matmenų nuojautą. O tada jau saugokitės!

# DIDELĖ TECHNOLOGINĖ NESĖKMĖ

## DAVID BODANIS

DEIVIDAS BODANIS yra rašytojas, verslo konsultantas ir knygos „Aistringi žmonės: Emilija du Šatelė, Volteras ir didysis Švietimo epochos meilės romanas“ (*Passionate Minds: Emilie du Châtelet, Voltaire, and the Great Love Affair of the Enlightenment*) autorius.

Artėja didelis įvykis – didelė technologinė nesėkmė, tokia stipri, kad pakirs ištisos kartos (o gal ir ne vienos) pasitikėjimą mokslu.

Tai turėtų įvykti dėl to, kad mokslas plečiasi labai greitai, ir kelis pastaruosius šimtmečius kuo daugiau turėjome mokslo, tuo labiau stiprėjo mūsų technologijos (nors ir šiek tiek vėluodamos).

Štai čia ir kils problema. Kiekvienos naujos technologijos padarinių (tiek teigiamų, tiek neigiamų) amplitudė yra vis didesnė. Pavyzdžiui, automobiliai yra XX a. pradžios technologija (remiasi XVIII–XIX a. mokslu), padidinusi žmonių mobilumą ir eismo nelaimių nulemtų mirčių skaičių. Ir vieno, ir kito mastai buvo dideli, bet ne tokie, kad neigiami padariniai taptų nepriimtini. Net kai prie neigiamų padarinių buvo pradėta priskirti ir žemės naudojimo problemas bei aplinkos taršą, vis tiek viešoji nuomonė manė, jog su tuo galima susitaikyti. Tad noras dėl to nutraukti visus mokslo tyrimus yra labai menkas.

Branduolinė energija yra XX a. vidurio technologija (remiasi XX a. pradžios mokslu). Bendra jos galia yra dar didesnė, kaip kad didesnis ir griaunamasis pajėgumas. Dėl laimingo atsitiktinumo neigiamas naudojimas kol kas

apsiribojo tik dviejų miestų sugriovimu. Tačiau ir tai sukėlė didelę prieš mokslą nukreiptų jausmų bangą, ypač tų žmonių, kurie visada manė, jog bedieviška kištis į Dievo planus.

Internetas daugeliu atžvilgių yra dar galingesnė technologija (remiasi XX a. pradžios kvantine mechanika ir XX a. vidurio informacijos teorija), kol kas su jo sukeltomis problemomis (asmeninės veiklos priežiūra ar virusų veiklą primenantys įsibrovimai, pertraukiantys svarbių paslaugų teikimą) pavyksta susidoroti. Tačiau internetas ateityje stiprės ir plis, kaip ir priemonės, leidžiančios juo piktnaudžiauti, todėl ir neigiami padariniai bus dar didesni.

Tai štai su kuo tenka susidurti. Mokslas atneša iš dangaus magiškų dalykų. Per kelis ateinančius dešimtmečius jo veikla dar labiau sustiprės. Tačiau neišvengiamai sustiprės ir kai kurie neigiami jo aspektai (pavyzdžiui, žala sveikatai, saugumui ar dar kas nors, ko dar nežinome) ir peržengs priimtiną ribą. Kai tai įvyks, mažai tikėtina, kad visuomenė reaguos ramiai. Ne, tai sukels aklą įniršį prieš viską, ką mokslas yra sukūręs.

# LAIMĖ

## BETSY DEVINE

BETSĖ DEVAIN yra žurnalistė ir tinklaraštininkė (*blogger*) bei knygos „Fantastiškos tikrovės: 49 kelionės mintimis ir išvyka į Stokholmą“ (*Fantastic Realities: 49 Mind Journeys and a Trip to Stockholm*) autorė kartu su savo vyru Franku Vilčeku (*Frank Wilczek*).

Per ateinančius 5 metus strategijos formuotojai visame pasaulyje naudosis ekonomikos teorijomis, nukreiptomis į laimės kūrimą (sakykim, Ričardo Lajaro (*Richard Layard*)). Ekonomikos Babelio bokštas jau sugriuvo. Tegyvuoja nauja patobulinta laimės ekonomika!

Grynųjų pinigų amžinai stokojančioms vyriausybėms R. Lajaro teorija patiks, nes dėl didelių mokesčių daug uždirbantiems visi taps laimingesni: tai sumažins tų, kuriems sekasi prasčiau, pavydą, o dabar labiau apmokestinamus išvaduos iš apgailėtino jų noro persidirbti. Turi politinės prasmės ir žmonių dėmesio nukreipimas nuo netvarkingų nekilnojamojo turto įkeitimų bei išgrobstytų pensijų fondų prie abstraktesnės laimės sąvokos, nes, pasak politikų ir/ar strategijų kūrėjų, savo laimę kiekvienas gali padidinti.

Štai tik keli būsimojo nuolatinio laimės propagavimo padariniai:

- Tyrimams finansuoti skirtos lėšos atiteks psichologams, siekiantiems laimės kūrimo pažangos.
- Knygynai savigalbos knygų skyrius pervadins į laimės knygų skyrius ir labai išplės, kad pakaktų vietos ir hedonistinio pobūdžio knygoms bei konkurencingo formato vadinamiesiems „dėkingumo dienoraščiams“.

- Valstybinėse mokyklose „laimė“ taps naująja „savigarba“ – šventa sąvoka, kuriai turės kukliai nusilenkti grynai edukaciniai tikslai.
- Žmonės baisiai uoliai sieks laimės sau ir savo vaikams, o tie žmonės, kurių vaikai ar sutuoktiniai viešai rodo, kad yra nelaimingi, jaus sunkią kaltės ir gėdos naštą.

Ar tokie pokyčiai padidins bendrą piliečių laimę? Šis klausimas jau nebėra toks beprasmis, kaip ginčas, kiek angelų įmanoma sutalpinti ant adatos galiuko; tyrinėtojai siūlo geras priemones santykinei laimei pasiekti. Jau vien tik pramogos daugumai iš mūsų duos naudos. Tačiau bent aš netrukus pasijusiu laiminga, matydama, kad mano prognozės išsipildė.

# MŪSŲ ŠAUNUSIS NAUJASIS PASAULIO ŽEMĖLAPIS

## CHRISTINE FINN

KRISTINA FIN yra britų žurnalistė ir archeologė bei knygos „Artefaktai: archeologės metai Silicio slėnyje“ (*Artifacts: An Archaeologist's, Year in Silicon Valley*) autorė.

Tuo metu, kai mūsų protai užimti nematerialiais virtualiojo pasaulio dalykais, kur mus nuneš realūs mūsų kūnai šioje Žemėje, vedami šių naujų perspektyvų?

Šiandien jau esame įgudę užsiimti „kita“ mūsų pasaulio puse. Fiksuojame masto paradoksą nuo nežemiškų iki tarptautinių objektų. Tos vietos, kurias vadiname namais, yra griežtai apribotos ir su skaitmeninėmis koordinatėmis. Mūsų stebėjimams užrašyti reikia naujos gramatikos ir keliautojams, ir stebėtojams.

Karta, auganti su skaitmeniniais žemėlapiais ir žemės gaubliais, turės techninių priemonių supurtyti mūsų ortodoksines pažiūras kaip tik tuo metu, kai reikia žinoti kiekvieną besiplečiantį priemiestį ir kiekvieną slenkančią smėlėtą seklumą.

Šaunusis naujasis mūsų pasaulio žemėlapis vystosi toks, kokį sukūrėme mes kaip individai ne mažesniu mastu, kaip tas, kurį geografiniu atžvilgiu g**a**li patikrinti mokslininkų komandos. Jis ir toliau bus mišinys kraštovaizdžių, kartografuotų per šimtus metų, ir neribotų skaitmeninių plotų – tų, kurie pavaizduoti bibliotekose esančiuose nučiupinėtuose atlasuose ir globalinėse

pozicionavimo sistemose, įsijungiančiose vos bakstelėjus pirštu. Jame pakanka vietos keliautojams, nepakylantiems iš fotelio ir renkantiems suvenyrus techninėmis priemonėmis ir nepaisantiems jokių apribojimų; asmeninės erdvės geografijai, išplėstai virtualiosios tikrovės; vietos jausmui, sukurtam pokalbių su kaimynu per tvorą, kaip ir momentinėms žinutėms, kuriomis mūsų skaitmeniniai *aš* keičiasi per laiko zonas, nustatytas dar garo energijos amžiuje.

Nepakis tik mūsų nuotykių troškimas. Neprarasime polinkio tirti, kas yra už mūsų horizontų, ir iš naujo tirti tai, ką turime namie. Mūsų įgimtas smalsumas skaitmeniniame amžiuje bus ne mažesnis, kaip pirmųjų Ramiojo vandenyno regiono kolonizatorių, kaip XVII a. pirklių, vykstančių į rytus nuo Europos, ir kaip Amerikos pionierių, traukiančių į Vakarus.

Pirmapradis pomėgis keliauti ir toliau vers mus nuolat nukrypti į šalį nuo pasirinktos krypties. Tie nukrypimai fizinėms mūsų tapatybėms būtini ne mažiau, kaip svajonės, fantazijos, atnešančios naujoves. Mes kuriame būdus savo koordinatėms įtvirtinti, kartu degdami noru išsiveržti į laisvę. O mūsų žemėlapiai keliauja kartu su mumis.

Keisti savo buvimo vietą yra gerai. Paimkite tradicinį pasaulio žemėlapį. Perkirpkite perpus. Sudurkite senuosius vandenyno kraštus ir žiūrėkite, kas atsitiks Ramiajam vandenynui.

Žiūrėjimas į pasaulį kitaip pakeis viską.

# TIKROSIOS ŽMOGAUS PRIGIMTIES ATSKLEIDIMAS

## AUBREY DE GREY

OBRIS DE GRĖJUS yra gerontologas, Matuzalemo fondo pirmininkas ir vyriausiasis mokslo darbuotojas bei knygos „Galas senėjimui: atjauninimo proveržiai, kurie galėtų, dar mums gyviems tebesant, žmonių senėjimą pasukti atgal“ (Ending Aging: The Rejuvenation Breakthroughs That Could Reverse Human Aging in Our Lifetime) autorius.

Kadangi manau turįs gerų galimybių gyventi gana ilgai, idant sulaukčiau senėjimo pralaimėjimo, iš to išeitų, jog tikiuosi gyventi gana ilgai, kad spėčiau pamatyti daug didžiulių mokslo ir technologijų laimėjimų. Ar kuris nors iš tokių įvykių išsiskiria iš kitų? Ir taip, ir ne.

Šiuo metu apie singuliarumą jau yra girdėję ne tik ateities entuziastai. Kas anksčiau buvo laikoma tik pernelyg supaprastintu ekstrapoliavimu, jau tapo pagrindine kryptimi: jau vos ne eretiška techniniu atžvilgiu išsilavinusiuose sluoksniuose nesilaikyti nuomonės, kad per kelis ateinančius dešimtmečius techninė pažanga paspartės taip, kad jei ne be galo, tai bent taip smarkiai pranoks mūsų vaizduotę, jog bus tuščias reikalas mėginti prognozuoti, kaip gyvenimas atrodys po to.

Kurios technologijos tame žygyje viešpataus? Išnagrinėjus gausybę literatūros šia tema, galima gan užtikrintai nustatyti tris svarbiausias sritis: programinę, techninę įrangą ir biologiją. Daugelio specialistų nuomone, dirbtinio intelekto tyrinėtojai greičiausiai kurs tokias sistemas, kurios „tobulintųsi pačios“: pakankamai gerai suprastų savo veikimą, kad gebėtų tobulinti save, be

pagalbos iš šalies pasiektų dar sunkiau įsivaizduojamą intelektinio tobulumo laipsnį.

Kalbant apie techninę įrangą, pažymėtina, kad šiuo metu paplitusi nuomonė esą techniškai įmanoma kurti struktūras, kuriose kiekvienas atomas būtų tiksliai ten, kur panorėsime. Kiekvieno atomo pozicionavimas bus daug kruopštumo reikalaujantis darbas, tad jį būtų galima laikyti grynai moksliniu klausimu, jei su tuo nebūtų susijusios mašinos, gebančios kopijuoti pačios save.

Tokios „surinkimo mašinos" dar nėra visiškai suprojektuotos, dar toli iki jų gamybos, tačiau ląstelinių automatų modelio (*cellular-automata model*) tyrimai rodo, kad pati mažiausia įmanoma tokia mašina greičiausiai yra gan paprasta. Tokios mašinos turėtų gan radikaliai pašalinti praktiškumo kliūtį, susijusią su laiku, kurio reikia kiekvienam atomui „pastatyti" į reikiamą vietą. Eksponentiškai spartėjantis lygiagretumas nėra tai, į ką būtų galima numoti ranka.

Ir pagaliau pereinant prie biologijos reikėtų pasakyti, kad regeneracinės medicinos pažanga iki tokio lygio, kuris gali duoti kelis papildomus sveiko gyvenimo dešimtmečius tiems, kurie jau sulaukė vidutinio amžiaus, reikš ir patobulinimų kūrimo spartėjimą. Jį bus galima matuoti ne tik gydymo metodų tobulinimo greičiu, o veikiau greičiu to, kaip mažėja pavojus pasiduoti senėjimui bet kuriuo gyvenimo laikotarpiu, esant bet kokio amžiaus. Tai aš apibūdinau įvesdamas ilgaamžiškumo didėjimo greičio (*longevity escape velocity*) sąvoką, rodančią, kada gyvenimo trukmės ilgėjimas pradeda lenkti tam skirtų tyrimų trukmės ilgėjimą.

Nelaikyčiau kurios nors iš tų trijų sričių vyraujančia. Gali reikštis visos, bet joms reikės nueiti tam tikrą kelią iki persilaužimo taško, todėl kada jos pasirodys, galima tik spėlioti. Be to, kiekviena spartins ir kitas: superintelektualūs kompiuteriai spartins visos technologijos pažangą, molekuliniai mechanizmai pralenks hormonus medicininio universalumo požiūriu, o seniausio ir labiausiai nepermaldaujamo priešo – senėjimo – įveikimas pakels mūsų tikslus iki tokio lygio, kai ir kitų transformuojančių technologijų pradėsime rimtai siekti kaip visa visuomenė, o ne paliksime tai tik pavieniams fantazuotojams. Todėl bet kuri iš tų trijų sričių, jei tik jos tiesiog nenušluos mūsų visų (nors manau – tai mažai tikėtina), gali būti „pati ta".

Arba... nė viena iš jų. Ir kaip tik čia sugrįšiu prie singuliarumo. Galite nebijoti – greitai ateis eilė ir žmogaus prigimčiai.

Kai aptarinėju ilgaamžiškumo ilgėjimo greitį, mėgstu prisiminti aviacijos istoriją. Prireikė ne vieno šimtmečio Leonardo da Vinčio (*Leonardo da Vinci*) (kuris greičiausiai net nebuvo pirmasis) brėžiniams taip ištobulinti, kad pagal juos būtų galima sukurti veikiančius modelius, o per tą laiką nesėkmes patyrė daug pasitikinčių savimi ir išradingų inžinierių. Tačiau kai tik buvo pasiektas lemiamas proveržis, tolesnė pažanga vyko greitai ir sklandžiai. Drįsčiau tvirtinti: tai parodo bendro pobūdžio esminių proveržių, kurie yra neprognozuojami, ir laipsniškų patobulinimų, kurie labai gerai prognozuojami, skirtumą.

Tačiau tam, kad šis palyginimas su aviacija geriau įstrigtų į atmintį, turėčiau paaiškinti skaudų pažangos *nebuvimą* aviacijoje per pastaruosius 40 metų (nuo *Concorde* viršgarsinio keleivinio lėktuvo laikų). Kur mūsų skrajojantys automobiliai? Mano atsakymas aiškus: nesukūrėme jų dėl to, kad nenorėjome to daryti; tačiau kai pereisime prie senėjimo atitolinimo problemos, tos kliūties greičiausiai nebus. Pažanga spartėja tik gaudama žmonių motyvacijos impulsą. Nesvarbu, kas tai būtų – nacionalinis išdidumas, asmeninis godumas ar humanistiniai sumetimai, bet kažkoks variklis vis tiek turi būti.

Tai galiausiai mane atveda prie žmogaus prigimties klausimo. Manau, mano minėtos keičiančios technologijos pasirodys per kelis ateinančius dešimtmečius, taigi tikiuosi jų dar sulaukti. Jas naudosime, tiesiogiai ar netiesiogiai, kovodami su visomis žmonijos paveldėtomis negandomis. Kovojanti su senėjimu biotechnologija kovos ir su infekcijomis; molekulinė gamyba, skirta precedento neturinčio galingumo mechanizmams gaminti, gebės užsiimti ir geoinžinerija, uraganų, žemės drebėjimų prevencija ir globaliniu atšilimu.

Superintelektualūs kompiuteriai sustyguos tas ir kitas technologijas, kad apsaugotų ir nuo pavojų iš kosmoso – asteroidų ir net nuo artimiausių supernovų (visai rimtai). Be to, tas technologijas naudosime ir kovai su bet kokiais kitais erzinančiais dalykais, kurių dar net nežinome, bet kurie iškils, kai nusimesime nuo pečių dabar mus slegiančią naštą. Kur visa tai pasibaigs?

Galite paklausti, o kodėl apskritai tai turėtų pasibaigti, bet tai vis tiek pasibaigs, ir viskas. Be abejonės, ateis laikas, kai visi technologijų keliai maždaug vienu metu pasieks tą tašką, kurį šiandien matome aviacijoje: kai nenorėsime toliau tirti savo technologijų ir didinti jų sudėtingumo, o daugiau dėmesio

skirsime savo gyvenimui gerinti jau turimomis technologijomis. Pažanga visai nedings, tik ji vyks epizodiškai, greitis veikiau mažės, o ne didės. Tame taške žmonija pajėgs pasiekti visišką pasitenkinimą savo sąlygomis, pasiekti pačius svarbiausius savo tikslus. Pagaliau atsiskleis žmonių prigimtis.

# O JEI DIDŽIOJO POKYČIO TAIP IR NESULAUKSIME?

## CARLO ROVELLI

KARLAS ROVELIS yra Viduržemio universiteto Marselyje Teorinės fizikos centro fizikos profesorius ir knygos „Kvantinė gravitacija“ (*Quantum Gravity*) autorius.

Užaugau vis tikėdamasis, kad kada nors nuvyksiu į Marsą. Taip pat tikėjausi: bus įveiktas vėžys, gripas, kitos ligos; visus darbus nudirbs robotai; iki galo bus atskleista gyvybės biochemija; kiekviena ligoninė gebės atkurti pažeistus organus; visos šalys, turėdamos naujas technologijas, suklestės ir gyvens taikoje; fizika perpras, kas yra juodųjų skylių viduje. Žodžiu, laukiau didelių pokyčių, kurie taip ir neįvyko. Bet dar gali įvykti. Gali būti, kad nelaukta pažanga pakeis viską, kaip jau yra buvę praeityje, bet gali būti, kad ir nepakeis.

Galbūt esu šališkas dėl padėties mano tyrimų srityje – teorinėje fizikoje. Augau jausdamas gilią pagarbą antrosios XIX a. pusės – pirmojo XX a. trečdalio fizikai. Koks stebuklas! Atrandamas elektromagnetinis laukas, sukuriama termodinamika, specialioji reliatyvumo ir bendroji reliatyvumo teorijos, kvantinė mechanika, atrandami išlenkti erdvėlaikiai, tikimybės bangos, juodosios skylės... Kokia puota! Tiesiai prieš akis pasaulis keičiasi kas 10 metų, tikrovė darosi vis subtilesnė, vis gražesnė.

Bet kas čia įvyko per pastaruosius 30 metų? Sunku pasakyti. Greičiausiai nedaug kas. Didelės svajonės: stygų teorija ir multivisatos – tik ar verta tikėti jomis? To nežinome. Galbūt ta pati aistra, kuri traukė mane į ateitį, dauge-

lį šiandieninių mokslininkų užkrėtė nenaudingomis, vedančiomis į aklavietę svajonėmis. O gal ir ne.

Galbūt iš tikrųjų artėjame prie supratimo, kas vyko iki Didžiojo sprogimo (o gal „Didžiojo šuolio?“) ir kas yra pačioje Planko skalės apačioje. („Kilpos“? Erdvė ir laikas nebetenka prasmės?) Neatmeskime galimybės, kad pavyks tai išsiaiškinti. Atkakliai dirbkime, kad pavyktų. Bet būkime pasirengę ir pripažinti: svajonės galbūt iš tikrųjų yra tik svajonės. Labai dažnai girdžiu ką nors sakant, kad jis yra prie didelio šuolio pirmyn slenksčio. Kai dabar išgirstu taip sakant, esu linkęs užsnūsti. Iš fizikų jau 15 metų girdžiu, kad esame prie supersimetrijos stebėjimo slenksčio. Pažadinkite mane, kai tik tą slenkstį peržengsime.

Galbūt iš tikrųjų tai, kas keičia viską, nėra kas nors tokio įspūdingo. Kas iš tikrųjų pakeitė viską lig šiol? Štai du pavyzdžiai. Ne daugiau kaip prieš porą šimtų metų 95 % pasaulio gyventojų gyveno ir dirbo kaime, buvo valstiečiai. Kitaip sakant, žmonijai norint pramisti, reikėjo, kad 95 iš 100 jos narių dirbtų žemės ūkyje, ir tik kita maža gyventojų dalis galėjo užsiimti kuo nors kitu.

Šiandien tik keli procentai gyventojų dirba laukuose, ir to pakanka ne tik išsimaitinti jiems patiems, bet ir išmaitinti visus kitus. Šitaip dauguma mūsų, įskaitant mane ir greičiausiai jus, mano mielas skaitytojau, galime užsiimti kuo nors kitu, dalyvauti kuriant pasaulį, kuriame gyvename, kad jis galbūt taptų geresnis. Kas šį didžiulį mūsų gyvenimo pasikeitimą padarė įmanomą? Daugiausia traktorius. Ši paprasta kaimo mašina pakeitė mūsų gyvenimą, ko gero, daugiau nei ratas ar elektra.

Norite dar vieno pavyzdžio? Prašau – higiena. Kad gyvenimo trukmė beveik padvigubėtų, iš esmės pakako įprasti plautis rankas ir praustis po dušu. Permainos dažnai ateina iš ten, iš kur jų mažiausiai tikimasi. Prisiminkime garsiąją prognozę, dažnai priskiriamą *IBM* kompanijos valdybos pirmininkui ir išsakytą 1943 m., kad viso pasaulio rinkos poreikiams tenkinti pakaks gal kokių penkių skaičiavimo mašinų.

Yra gerai svajoti apie didelius pokyčius, aktyviai jų siekti, būti jiems atviriems. Tačiau neleiskime viltims mūsų apakinti. Svajonės kartais išsipildo, kartais ne. Ką tik pasibaigęs šimtmetis pateikė reikšmingų ir vieno, ir kito pavyzdžių. Ar mokame reklaminį triukšmą atskirti nuo esmės? Klonuota avis Dolė mokslo atžvilgiu gal ir buvo svarbi, tačiau aš ją linkęs laikyti tik keistu būdu atsivesta dvyne. Ji *mano* gyvenime dar nieko daug nepakeitė. Ir ar apskritai kada nors pakeis? Tad ir atsakymas į *Edge* klausimą gali būti toks: „Niekas.“

# „VISKAS“ JAU PASIKEITĖ!

## KAI KRAUSE

KAJUS KRAUZĖ yra programinės įrangos kūrimo novatorius ir knygos *Think, ... There ... 4am!* autorius.

Pokytis.

Iš kur ta idėja, kad bet kokia būsena nėra *gera* būsena, jei tik nėra augimo, plėtros, persitvarkymo... žodžiu, jei nėra *pokyčių*?

Žmogaus psichikoje giliai įsišaknijęs įprotis bet kokią padėtį laikyti tik laikina pusiausvyra, tik neišvengiamo pokyčio laukimu. Vienintelis pastovus dalykas visada yra tik kitimas. Tačiau, žmonių gyvenimą vertinant plačiau, reikia pripažinti, kad kitimas dėl kitimo, permainos dėl permainų mažai ko vertos. Kartais sąstingis, ta permainų priešingybė, gali būti sunkiau pasiekiamas dalykas, sudėtingesnis iššūkis, bet kartu ir kilnesnis tikslas.

Mano nuomone, tiek daug metų iš tikrųjų labiau ieškome ne tiek turtų, garbės ar valdžios, kiek *gyvenimo kokybės*. Ir štai čia suabejoju visos visuomenės svarba man mano asmeniniame kasdieniniame gyvenime. Neketinu laukti jokio „naujo gyvenimo“, kad ir koks „šaunus“ jis būtų, rinkdamasis savo kelią teikiančio pasitenkinimą gyvenimo link.

Štai čia mano nuomonė skiriasi nuo kai kurių mokytų galvų, pasisakančių šioje knygoje, nuomonių. Paprasti atsakymai – tuose puslapiuose, kuriuose minimos klimato katastrofos, nežemiška gyvybė, susidūrimas su asteroidu; juos paįvairina sprendimai „iš laboratorijų“: manipuliacijos su genais, superintelekto ir nanotechnologijų įsivaizdavimai, dirbtinio intelekto singuliarumo laukimas, robotų maišto bijojimas, neribotos žmogaus gyvenimo trukmės reikalavimas.

Tai svarbios temos ir gerai išreikštos, bet... bet... Viskas baigiasi tuo, kad aš tik gūžteliu pečiais.

Argi nėra visiškai aišku, kad tikra ateitis visada pasirodydavo esanti visiškai kitokia, nei bet kokia bet kada numatyta prognozė? Kad prieš dešimt ar daugiau metų darytos prognozės visada būna labai toli nuo tikrosios pokyčių esmės?

Kuo daugiau laboratorijose plušančių specialistų baltais chalatais, tyrimų, simpoziumų, tuo labiau nutolę nuo tikrovės jų modeliai: didelė dalis jų yra per daug supaprastinti, per daug linijiniai, dažnai per daug antropocentriški, kai kurie tiesiog absurdiški, ir beveik visi stokoja tiesioginio ryšio su tikra ateitimi. Jie *visi* bus truputį nutolę nuo bet kurios iš mūsų nuojautų (žinoma, žodis *truputį* čia reiškia astronominius atstumus, matuojamus parsekais).

Mano teiginys yra toks: kalbant apie pokyčius, nėra reikalo kreiptis į tolimą ateitį. Esame (ir jau gan ilgą laiką) pačiame jų viduryje.

Įspraustas tarp Pasaulinio prekybos centro ir pasaulinės prekybos centrifugos, šis dešimtmetis, taikliai vadinamas Nuliniais metais, jau pakeitė *viską*. Kadaise taip gerbiamų asmeninių laisvių – pašto, telefono, bankininkystės duomenų slaptumo – žlugimas buvo tik proceso pradžia. Tuo metu, kai globaliniams prioritetams, sakykim, AIDS tyrimams ar kosminėms kelionėms, skiriamos tik kelių milijardų dolerių dydžio lėšos, nerūpestingai skiriame 10 *trilijonų* dolerių remti įvairioms pramonės šakoms. Jau dreba net patys pagrindai.

Dėl to nereikia kaltinti politikos. Tiesiog prieš 10 metų *niekas* nenumatė, kokio dydžio bus tie pokyčiai, kurių pačiame viduryje kaip tik šiuo metu esame. Mūsų planetai susprogdinti nebereikia nė Apofio asteroido.

Tačiau mintis, kad „pokytis jau įvyko“, gali turėti ir teigiamą prasmę.

Beveik neįmanoma apibrėžti *gyvenimo kokybės* – labai asmeninio vertybių, nuomonių ir emocijų komplekto. Tačiau pastaraisiais metais įvyko proveržių, jau kitaip suvokiamas įgalinimas, kitoks ir mūsų naudojamų priemonių funkcionalumo laipsnis. Tyrimai dabar daug veiksmingesni, greitesni, pigesni ir teikiantys daugiau malonumo; o juk dar neseniai tai buvo lėtas, vargingas ir brangus darbas. Turint po ranka visą *Britannica* enciklopedijos, „Vikipedijos“ ir milijonų puslapių visų laikų publikacijų medžiagą, galint per kelias sekundes gauti atsakymus į beveik visus klausimus, matyti juos dideliame ryškiame ekrane – lange į pasaulį – „dirbti“ yra tikras malonumas.

**Vaizdai**. Prisiminimus galima įšaldyti laike bet kuria proga ir su visomis detalėmis bei kaupti šimtais ir tūkstančiais. Šiuo metu jau kiekvienas gali įsigyti žmonijos sukurtus negausius kino šedevrus, išsiskiriančius iš gausybės visiško šlamšto, juos žiūrėti kada panorėjęs, sustabdyti norimus kadrus.

**Muzika**. Jau galiu disponuoti dešimtimis tūkstančių įrašų to, kas man kada nors patiko. Visi Johano Sebastiano Bacho (*Johann Sebastian Bach*) kūriniai (160 kompaktinių diskų) dabar telpa mano kišenėje! Pagalvokite, ar buvo galima to tikėtis vos prieš kelias kartas?

Berlyno filharmonijos orkestras groja DABAR, groja būtent MAN, groja TAI, ko aš noriu, ir net *sustos, kai nueisiu nusišvilpti*.

Štai puikios arbatos puodelis, štai mano mėgstama duona, štai nuostabus džemas.

Na, ko gi dar žmogui reikia?

Milijardai mūsų pirmtakų *būtų tiesiog sudegę* iš laimės pertekliaus, jei būtų turėję visa tai (o kur dar šilti kambariai, apšviesti ir naktį, švarūs dušai, saugus maistas, galimybė keliauti kur tik nori ar dantų taisymas be skausmo).

„Pakeisti viską“ iš tikrųjų reikštų visus tuos pagrindinius dalykus padaryti prieinamus visiems šio mūsų sumauto Žemės rutulio gyventojams. Tučtuojau! Padaryti galą toms begalinėms beprasmėms kančioms – štai koks yra pats prasmingiausias tikslas. Taip, iš tikrųjų, *pakeiskime viską!*

Ar dar spėsiu pamatyti visa tai? Gal spėsiu pamatyti pradžią. Esu optimistas, tikiu žmogaus dvasios gebėjimu stoti į akistatą su iš pažiūros neįveikiamais iššūkiais.

Fotoniniai saulės dažai, surenkantys laisvą energiją nuo bet kokio paviršiaus. Permatomos fotovoltinės plėvelės, leidžiančios kiekvieną bet kurio namo ar transporto priemonės langą paversti pastoviu energijos šaltiniu. 90 % efektyvumo galvaniniai elementai. Lengvas vandens skaidymas į vandenilį ir deguonį (gautą energiją panaudojant sūraus vandens gėlinimo mašinai, kuri tada savo ruožtu gali tiekti skaidyti reikalingą vandenį).

Belaidis elektros energijos perdavimas (tai pagaliau pavyko padaryti Masačusetso technologijos institutui, pasinaudojus Teslos idėjomis). „Liekaninės energijos“ baterijos, galinčios beveik neribotą laiką maitinti nešiojamuosius kompiuterius ir mobiliuosius telefonus. Visa tai jau yra labai arti ir labai pakeis viską ne tik Manhatane, Londone ar Tokijuje, bet ir Ulan Batore, Naujojoje Gvinėjoje ar Pantanale.

Tam nereikia kažkokių didžiulių pajėgų, milžiniškų perversmų, naudojant nanotechnologijas, suduriant genus sukurtų robotų, turinčių dirbtinį intelektą, ir t. t.

Kuriam laikui palikim viską ramybėje, tegu visi tie dalykai išlieka tokie, kokie yra šiuo metu. Padarykime juos prieinamus visiems mūsų planetos gyventojams, skirkime laiko iš tikrųjų pasimėgauti jais, išnaudokime visas jų teikiamas galimybes, žiūrėkime, klausykimės, uostykime, ragaukime...

Tegu tas *sąstingis* pakeičia viską.

# LĖTA REVOLIUCIJA

## ROBERT R. PROVINE

ROBERTAS PROVAINAS yra Merilendo universiteto psichologas ir neuromokslų specialistas bei knygos „Juokas: mokslinis tyrimas“ (Laughter: A Scientific Investigation) autorius.

Mūsų protėvių išgyvenimas savanoje priklausė nuo gebėjimo aptikti pokyčius. Pokyčių būna ten, kur kažkas vyksta. Mūsų nervų sistema turi polinkį pokyčius pastebėti. Mums nėra reikalo žinoti, kad dalykai nesikeičia, išlieka tokie pat. Ar jaučiate laikroduką ant savo riešo ar žiedą ant piršto? Greičiausiai ne, nebent būtumėte ką tik užsidėję. Nematote ir aklųjų dėmių savo akių tinklainėse, nes jos nekinta, ir smegenys jas užpildo informacija iš vizualinės aplinkos. Tinklainę eksperimentiniu būdu stabilizavus, visas regėjimo laukas per kelias sekundes išbluks, ir galėsime matyti tik tuos vizualinius stimulus, kurie juda per regėjimo lauką. Namie oro kondicionavimo sistemos keliamą triukšmą pastebime, tik kai ji įsijungia ir išsijungia, o ne kai veikia.

Kintančios stimulų amplitudės suvokimas paprastai būna nelinijinis. Garsumo pojūtis didėja daug lėčiau (laipsnio rodiklis 0,6), negu paties fizinio stimulo amplitudė (štai kodėl roko grupės naudoja galingus stiprintuvus ir garsiakalbius). Regimas šviesumas didėja dar lėčiau negu garsumas (jo laipsnio rodiklis 0,33). Elektros dirginimo pojūtis auga su pagreičiu (laipsnio rodiklis 3,5) ir greitai vos juntamas dilgčiojimas virsta skausmą keliančiu sukrėtimu. O mums būdingas ilgio suvokimas yra linijinis (laipsnio rodiklis 1); 2 colių ilgio linija atrodys dvigubai ilgesnė už 1 colio liniją. Taigi esame prasti garso, šviesos ir elektros srovės įtampos matuotojai, bet gebame gan tiksliai matuoti atstumus.

Mums prastai sekasi absoliučiai įvertinti stimulų amplitudes, nes vertinimai remiasi santykiniais, nuolat kintančiais standartais. Ar šilta, ar šalta, sprendžiame pagal „fiziologinį nulį“ – mūsų adaptavimosi lygį. Tas pats kambarys gali atrodyti ir šiltas, ir šaltas, priklauso nuo to, iš kur atėjome: iš šalto rūsio ar iš saulės įkaitintos mansardos.

Temperatūros įvertinimo patirtį galima panaudoti ir sudėtingesnių dalykų, susijusių su turtais ir sėkme, pokyčiams matuoti. Gerai apmokamam kompanijos vadovui šiuometinė 10 mln. dolerių dydžio premija jau nebeatrodys tokia didelė, kaip tokio pat dydžio premija pernai. Antroji prezidentavimo kadencija, be abejo, bus mažiau įsimintina negu pirmoji.

Tyrimas, kaip suvokiame įvairių sričių pokyčius, perša mintį, kad individo požiūriu sunku pasakyti, kas galėtų pakeisti *viską*. Labai svarbus ir kitimo greitis. Ar renesansas, reformacija, pramonės ar kompiuterinė revoliucijos nustebino paprastus žmones jų gyvenimo pokyčiais? Istoriniai ir futurologiniai spėliojimai apie viską keičiančius įvykius naudoja laiko suspaudimą ir per smarkiai vertina kultūrinio ir psichologinio kitimo tempą. Kaip ir ankstesnės kartos, galime nepastebėti aplink mus vykstančios lėtos revoliucijos, nesuvokti, kad ir patys esame sudedamoji dalis įvykio, kuris pakeis viską. Tai koks tas įvykis?

# KODĖL ŽMOGAUS PRIGIMTIS PAKELS MAIŠTĄ

NICHOLAS HUMPHREY

NIKOLAS HAMFRIS yra Londono ekonomikos mokyklos Gamtos ir socialinių mokslų Filosofijos centro profesorius ir knygos „Raudonos spalvos matymas: sąmonės tyrimas“ (*Seeing Red: A Study in Consciousness*) autorius.

Mus lengvai suvilioja idėja, kad kai ateis Didžioji katastrofa, viskas pasikeis. Bet aš galvoju apie tai (šitai ir nustebins, ir, be abejo, nuvils tuos, kurie svajoja apie moksliškai vadovaujamą naująją tvarką), koks nekintantis ir nepavaldus technologijoms yra žmogaus gyvenimas.

Įsivaizduokite, kas būtų, jei šis *Edge* klausimas būtų pateiktas Romos piliečiams, gyvenusiems prieš 2000 metų. Ar būtų jie galėję nuspėti būsiant internetą, DNR, pirštų atspaudus, minčių kontrolę, keliones į kosmosą? Žinoma, ne. Ar tai reiškia, kad jie nebūtų sugebėję numatyti tų technologijos pasiekimų, kuriems buvo lemta pakeisti viską? Nemanau. Juk faktai rodo: niekas nepakeitė visko.

To meto romėnų, nepaisant technologinio atsilikimo, gyvenimas buvo labai panašus į mūsų. Perkelti į XXI amžių, jie, be abejo, būtų labai nustebinti mokslo pasiekimų. Tačiau netrukus pastebėtų, kad po tuo šiuolaikiniu įpakavimu viskas vyksta kaip ir anksčiau. Politinės intrigos, nusikaltimai, meilė, religija, didvyriškumas – štai koks žmonių biografijų turinys. Ir kuo daugiau jis kinta, tuo labiau išlieka toks pats.

Vienintelis dalykas, galintis iš tikrųjų pakeisti viską, radikalus, genetiškai užprogramuotas žmogaus prigimties pakeitimas. Tik jis neįvyko per visą žmonijos istoriją, tad galėčiau lažintis, kad neįvyks ir artimiausioje ateityje. Kultūrinės ir techninės naujovės tikrai gali pakeisti individualių žmonių gyvenimo trajektorijas. Tačiau kol žmonės ir toliau dauginsis lytiniu būdu, ir kiekviena nauja karta viską pradės iš pradžių, tai kiekvienas kūdikis pradės savo gyvenimą su paveldėtų polinkių bei instinktų komplektu, susiformavusiu technologiniu atžvilgiu atsilikusiais laikais.

Senovės Romos poetas Horacijus rašė: „Galima, paėmus šakes, išvyti savo prigimtį, bet ji vis tiek visada sugrįš.“ Tad jei patinka, galime galvoti ir apie revoliuciją. Tačiau kartu būkime pasiruošę, kad ir toliau viskas vyks taip, kaip ir iki šiol.

**Sud. John Brockman**

Ta37 Tai pakeis viską : idėjos, formuosiančios ateitį / iš anglų kalbos vertė Leonas Ramutis Tamošiūnas ; sud. John Brockman. – Vilnius : Eugrimas, 2014. – 392 p.

ISBN 978-609-437-222-3

Internetinio mokslo žurnalo *Edge* (www.edge.com) leidėjas ir knygos „Tai pakeis viską“ sudarytojas Džonas Brokmanas kelia klausimą: „Kas pakeis viską?“ Savo veikale jis pateikia 136 nustebti priversiančius atsakymus. Žinomi savo srities specialistai, mokslinių knygų autoriai, profesoriai ir ekspertai dalijasi savo įžvalgomis apie galimus pokyčius tiek visatoje, tiek mūsų visuomenėje. Intelektualų mintys reprezentuoja įvairias mokslo kryptis – nuo genetikos iki kompiuterijos – ir kuria netikėtą ateities pasaulio vaizdą.

UDK 008.2:53

Sud. John Brockman

**TAI PAKEIS VISKĄ**

IDĖJOS, FORMUOSIANČIOS ATEITĮ

Projekto vadovė *Vaiva Švagždienė*
Redaktorė *Ona Balkevičienė*
Korektorė *Rita Urbonaitė*
Maketuotojos *Jurgita Petrulytė* ir *Dovilė Kuliešienė*
Viršelio dailininkai *Jurgita Petrulytė* ir *Artūras Babušis*

Išleido
Leidykla „Eugrimas“, Kalvarijų g. 98-42, LT-08211 Vilnius
Tel./faks. (8 5) 273 39 55, el. p. info@eugrimas.lt, www.eugrimas.lt

Spausdino
UAB „BALTO print“, Utenos g. 41a, LT-08217 Vilnius